

**GENRESERVEN BEIM RIND UNTER BESONDERER
BERÜCKSICHTIGUNG VON TIEFGEFRORENEN
EMBRYONEN**

WOLFGANG SCHÜTZ

1988

Disbui. München

1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554823_0124

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierzucht: Prof. Dr. H. Kräußlich

GENRESERVEN BEIM RIND UNTER BESONDERER
BERÜCKSICHTIGUNG VON TIEFGEFRORENEN EMBRYONEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Wolfgang Schütz
aus
Wartenfels

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich

Korreferent: Prof. Dr. K. Walser

Tag der Promotion: 26. Februar 1988

Diese Arbeit wurde von der
Hanns-Seidel Stiftung
gefördert

1. Einleitung	1
2. Zielsetzung	2
3. Methodik	3
4. Ergebnisse	4
5. Diskussion	5
6. Zusammenfassung	6
7. Literaturverzeichnis	7
8. Anhang	8
9. Glossar	9
10. Bibliographie	10
11. Index	11
12. Literaturverzeichnis	12
13. Anhang	13
14. Glossar	14
15. Bibliographie	15
16. Index	16
17. Literaturverzeichnis	17
18. Anhang	18
19. Glossar	19
20. Bibliographie	20
21. Index	21
22. Literaturverzeichnis	22
23. Anhang	23
24. Glossar	24
25. Bibliographie	25
26. Index	26
27. Literaturverzeichnis	27
28. Anhang	28
29. Glossar	29
30. Bibliographie	30
31. Index	31
32. Literaturverzeichnis	32
33. Anhang	33
34. Glossar	34
35. Bibliographie	35
36. Index	36
37. Literaturverzeichnis	37
38. Anhang	38
39. Glossar	39
40. Bibliographie	40
41. Index	41
42. Literaturverzeichnis	42
43. Anhang	43
44. Glossar	44
45. Bibliographie	45
46. Index	46
47. Literaturverzeichnis	47
48. Anhang	48
49. Glossar	49
50. Bibliographie	50
51. Index	51
52. Literaturverzeichnis	52
53. Anhang	53
54. Glossar	54
55. Bibliographie	55
56. Index	56
57. Literaturverzeichnis	57
58. Anhang	58
59. Glossar	59
60. Bibliographie	60
61. Index	61
62. Literaturverzeichnis	62
63. Anhang	63
64. Glossar	64
65. Bibliographie	65
66. Index	66
67. Literaturverzeichnis	67
68. Anhang	68
69. Glossar	69
70. Bibliographie	70
71. Index	71
72. Literaturverzeichnis	72
73. Anhang	73
74. Glossar	74
75. Bibliographie	75
76. Index	76
77. Literaturverzeichnis	77
78. Anhang	78
79. Glossar	79
80. Bibliographie	80
81. Index	81
82. Literaturverzeichnis	82
83. Anhang	83
84. Glossar	84
85. Bibliographie	85
86. Index	86
87. Literaturverzeichnis	87
88. Anhang	88
89. Glossar	89
90. Bibliographie	90
91. Index	91
92. Literaturverzeichnis	92
93. Anhang	93
94. Glossar	94
95. Bibliographie	95
96. Index	96
97. Literaturverzeichnis	97
98. Anhang	98
99. Glossar	99
100. Bibliographie	100
101. Index	101
102. Literaturverzeichnis	102
103. Anhang	103
104. Glossar	104
105. Bibliographie	105
106. Index	106
107. Literaturverzeichnis	107
108. Anhang	108
109. Glossar	109
110. Bibliographie	110
111. Index	111
112. Literaturverzeichnis	112
113. Anhang	113
114. Glossar	114
115. Bibliographie	115
116. Index	116
117. Literaturverzeichnis	117
118. Anhang	118
119. Glossar	119
120. Bibliographie	120
121. Index	121
122. Literaturverzeichnis	122
123. Anhang	123
124. Glossar	124
125. Bibliographie	125
126. Index	126
127. Literaturverzeichnis	127
128. Anhang	128
129. Glossar	129
130. Bibliographie	130
131. Index	131
132. Literaturverzeichnis	132
133. Anhang	133
134. Glossar	134
135. Bibliographie	135
136. Index	136
137. Literaturverzeichnis	137
138. Anhang	138
139. Glossar	139
140. Bibliographie	140
141. Index	141
142. Literaturverzeichnis	142
143. Anhang	143
144. Glossar	144
145. Bibliographie	145
146. Index	146
147. Literaturverzeichnis	147
148. Anhang	148
149. Glossar	149
150. Bibliographie	150
151. Index	151
152. Literaturverzeichnis	152
153. Anhang	153
154. Glossar	154
155. Bibliographie	155
156. Index	156
157. Literaturverzeichnis	157
158. Anhang	158
159. Glossar	159
160. Bibliographie	160
161. Index	161
162. Literaturverzeichnis	162
163. Anhang	163
164. Glossar	164
165. Bibliographie	165
166. Index	166
167. Literaturverzeichnis	167
168. Anhang	168
169. Glossar	169
170. Bibliographie	170
171. Index	171
172. Literaturverzeichnis	172
173. Anhang	173
174. Glossar	174
175. Bibliographie	175
176. Index	176
177. Literaturverzeichnis	177
178. Anhang	178
179. Glossar	179
180. Bibliographie	180
181. Index	181
182. Literaturverzeichnis	182
183. Anhang	183
184. Glossar	184
185. Bibliographie	185
186. Index	186
187. Literaturverzeichnis	187
188. Anhang	188
189. Glossar	189
190. Bibliographie	190
191. Index	191
192. Literaturverzeichnis	192
193. Anhang	193
194. Glossar	194
195. Bibliographie	195
196. Index	196
197. Literaturverzeichnis	197
198. Anhang	198
199. Glossar	199
200. Bibliographie	200
201. Index	201
202. Literaturverzeichnis	202
203. Anhang	203
204. Glossar	204
205. Bibliographie	205
206. Index	206
207. Literaturverzeichnis	207
208. Anhang	208
209. Glossar	209
210. Bibliographie	210
211. Index	211
212. Literaturverzeichnis	212
213. Anhang	213
214. Glossar	214
215. Bibliographie	215
216. Index	216
217. Literaturverzeichnis	217
218. Anhang	218
219. Glossar	219
220. Bibliographie	220
221. Index	221
222. Literaturverzeichnis	222
223. Anhang	223
224. Glossar	224
225. Bibliographie	225
226. Index	226
227. Literaturverzeichnis	227
228. Anhang	228
229. Glossar	229
230. Bibliographie	230
231. Index	231
232. Literaturverzeichnis	232
233. Anhang	233
234. Glossar	234
235. Bibliographie	235
236. Index	236
237. Literaturverzeichnis	237
238. Anhang	238
239. Glossar	239
240. Bibliographie	240
241. Index	241
242. Literaturverzeichnis	242
243. Anhang	243
244. Glossar	244
245. Bibliographie	245
246. Index	246
247. Literaturverzeichnis	247
248. Anhang	248
249. Glossar	249
250. Bibliographie	250
251. Index	251
252. Literaturverzeichnis	252
253. Anhang	253
254. Glossar	254
255. Bibliographie	255
256. Index	256
257. Literaturverzeichnis	257
258. Anhang	258
259. Glossar	259
260. Bibliographie	260
261. Index	261
262. Literaturverzeichnis	262
263. Anhang	263
264. Glossar	264
265. Bibliographie	265
266. Index	266
267. Literaturverzeichnis	267
268. Anhang	268
269. Glossar	269
270. Bibliographie	270
271. Index	271
272. Literaturverzeichnis	272
273. Anhang	273
274. Glossar	274
275. Bibliographie	275
276. Index	276
277. Literaturverzeichnis	277
278. Anhang	278
279. Glossar	279
280. Bibliographie	280
281. Index	281
282. Literaturverzeichnis	282
283. Anhang	283
284. Glossar	284
285. Bibliographie	285
286. Index	286
287. Literaturverzeichnis	287
288. Anhang	288
289. Glossar	289
290. Bibliographie	290
291. Index	291
292. Literaturverzeichnis	292
293. Anhang	293
294. Glossar	294
295. Bibliographie	295
296. Index	296
297. Literaturverzeichnis	297
298. Anhang	298
299. Glossar	299
300. Bibliographie	300
301. Index	301
302. Literaturverzeichnis	302
303. Anhang	303
304. Glossar	304
305. Bibliographie	305
306. Index	306
307. Literaturverzeichnis	307
308. Anhang	308
309. Glossar	309
310. Bibliographie	310
311. Index	311
312. Literaturverzeichnis	312
313. Anhang	313
314. Glossar	314
315. Bibliographie	315
316. Index	316
317. Literaturverzeichnis	317
318. Anhang	318
319. Glossar	319
320. Bibliographie	320
321. Index	321
322. Literaturverzeichnis	322
323. Anhang	323
324. Glossar	324
325. Bibliographie	325
326. Index	326
327. Literaturverzeichnis	327
328. Anhang	328
329. Glossar	329
330. Bibliographie	330
331. Index	331
332. Literaturverzeichnis	332
333. Anhang	333
334. Glossar	334
335. Bibliographie	335
336. Index	336
337. Literaturverzeichnis	337
338. Anhang	338
339. Glossar	339
340. Bibliographie	340
341. Index	341
342. Literaturverzeichnis	342
343. Anhang	343
344. Glossar	344
345. Bibliographie	345
346. Index	346
347. Literaturverzeichnis	347
348. Anhang	348
349. Glossar	349
350. Bibliographie	350
351. Index	351
352. Literaturverzeichnis	352
353. Anhang	353
354. Glossar	354
355. Bibliographie	355
356. Index	356
357. Literaturverzeichnis	357
358. Anhang	358
359. Glossar	359
360. Bibliographie	360
361. Index	361
362. Literaturverzeichnis	362
363. Anhang	363
364. Glossar	364
365. Bibliographie	365
366. Index	366
367. Literaturverzeichnis	367
368. Anhang	368
369. Glossar	369
370. Bibliographie	370
371. Index	371
372. Literaturverzeichnis	372
373. Anhang	373
374. Glossar	374
375. Bibliographie	375
376. Index	376
377. Literaturverzeichnis	377
378. Anhang	378
379. Glossar	379
380. Bibliographie	380
381. Index	381
382. Literaturverzeichnis	382
383. Anhang	383
384. Glossar	384
385. Bibliographie	385
386. Index	386
387. Literaturverzeichnis	387
388. Anhang	388
389. Glossar	389
390. Bibliographie	390
391. Index	391
392. Literaturverzeichnis	392
393. Anhang	393
394. Glossar	394
395. Bibliographie	395
396. Index	396
397. Literaturverzeichnis	397
398. Anhang	398
399. Glossar	399
400. Bibliographie	400
401. Index	401
402. Literaturverzeichnis	402
403. Anhang	403
404. Glossar	404
405. Bibliographie	405
406. Index	406
407. Literaturverzeichnis	407
408. Anhang	408
409. Glossar	409
410. Bibliographie	410
411. Index	411
412. Literaturverzeichnis	412
413. Anhang	413
414. Glossar	414
415. Bibliographie	415
416. Index	416
417. Literaturverzeichnis	417
418. Anhang	418
419. Glossar	419
420. Bibliographie	420
421. Index	421
422. Literaturverzeichnis	422
423. Anhang	423
424. Glossar	424
425. Bibliographie	425
426. Index	426
427. Literaturverzeichnis	427
428. Anhang	428
429. Glossar	429
430. Bibliographie	430
431. Index	431
432. Literaturverzeichnis	432
433. Anhang	433
434. Glossar	434
435. Bibliographie	435
436. Index	436
437. Literaturverzeichnis	437
438. Anhang	438
439. Glossar	439
440. Bibliographie	440
441. Index	441
442. Literaturverzeichnis	442
443. Anhang	443
444. Glossar	444
445. Bibliographie	445
446. Index	446
447. Literaturverzeichnis	447
448. Anhang	448
449. Glossar	449
450. Bibliographie	450
451. Index	451
452. Literaturverzeichnis	452
453. Anhang	453
454. Glossar	454
455. Bibliographie	455
456. Index	456
457. Literaturverzeichnis	457
458. Anhang	458
459. Glossar	459
460. Bibliographie	460
461. Index	461
462. Literaturverzeichnis	462
463. Anhang	463
464. Glossar	464
465. Bibliographie	465
466. Index	466
467. Literaturverzeichnis	467
468. Anhang	468
469. Glossar	469
470. Bibliographie	470
471. Index	471
472. Literaturverzeichnis	472
473. Anhang	473
474. Glossar	474
475. Bibliographie	475
476. Index	476
477. Literaturverzeichnis	477
478. Anhang	478
479. Glossar	479
480. Bibliographie	480
481. Index	481
482. Literaturverzeichnis	482
483. Anhang	483
484. Glossar	484
485. Bibliographie	485
486. Index	486
487. Literaturverzeichnis	487
488. Anhang	488
489. Glossar	489
490. Bibliographie	490
491. Index	491
492. Literaturverzeichnis	492
493. Anhang	493
494. Glossar	494
495. Bibliographie	495
496. Index	496
497. Literaturverzeichnis	497
498. Anhang	498
499. Glossar	499
500. Bibliographie	500
501. Index	501
502. Literaturverzeichnis	502
503. Anhang	503
504. Glossar	504
505. Bibliographie	505
506. Index	506
507. Literaturverzeichnis	507
508. Anhang	508
509. Glossar	509
510. Bibliographie	510
511. Index	511
512. Literaturverzeichnis	512
513. Anhang	513
514. Glossar	514
515. Bibliographie	515
516. Index	516
517. Literaturverzeichnis	517

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literatur	3
2.1	Definition des Begriffes Rasse	3
2.2	Geschichte der Genreserven	3
2.3	Abnahme der genetischen Variabilität in der Rinderzucht	3
2.3.1	Ursachen für die Abnahme der genetischen Variabilität	4
2.3.2	Methoden zur Erfassung der Abnahme genetischer Variabilität ..	6
2.3.3	Folgen der Abnahme genetischer Variabilität	7
2.4	Erhaltung bedrohter Rassen	7
2.4.1	Gründe für die Erhaltung von Haustierrassen	8
2.4.2	Argumente gegen die Erhaltung von Haustierrassen	10
2.4.3	Kriterien der Erhaltungswürdigkeit	11
2.4.4	Maßnahmen, die indirekt zur Erhaltung von Rassen	13
	beitragen	
2.4.5	Direkte Maßnahmen zur Erhaltung der genetischen Variabilität	15

3	Beschreibung des Murnau-Werdenfelser Rindes, einer bedrohten Rinderrasse in Bayern	17
3.1	Exterieurbeschreibung des Murnau-Werdenfelser Rindes	17
3.2	Entstehung der Murnau-Werdenfelser Rasse	18
3.3	Entwicklung von Population und Leistung	20
3.4	Maßnahmen zur Erhaltung der Murnau-Werdenfelser	30
4	Versuche zur Erstellung einer Embryobank	31
4.1	Material und Methoden	31
4.1.1	Tiermaterial	31
4.1.2	Vorbereitung der Spendertiere	32
4.1.3	Gewinnung der Embryonen	33
4.1.4	Einfrieren, Lagerung und Auftauen der Embryonen	36
4.1.5	Vorbereitung der Empfängertiere	38
4.1.6	Übertragung der Embryonen	38
4.2	Ergebnisse	39
4.2.1	Auswahl der Spendertiere	39
4.2.2	Stimulation, Embryogewinnung und Embryokonservierung	40
4.2.3	Auftauen und Transfer der Embryonen	45
4.2.4	Abstammung der eingelagerten Murnau-Werdenfelser Embryonen ..	48

5	Modell zur Berechnung der Effizienz einer Embryobank als Anlage von Genreserven	55
5.1	Anforderungen an das Modell	55
5.2	Der Weg der Bildung und Reaktivierung von Embryobanken	55
5.3	Anforderungen an die Embryobank	60
5.4	Formeln zur Berechnung des Mindestumfanges der Embryobank, der dazu nötigen Zahl der Stimulationen und der Mindestgröße der noch vorhandenen Kuhpopulation	60
5.5	Beschreibung der Einflußfaktoren	63
5.6	Anwendung des Modells	67
5.6.1	Berechnung des Mindestumfanges einer Embryobank	67
5.6.2	Berechnung der nötigen Anzahl an Stimulationen	67
5.6.3	Berechnung der Mindestgröße der Kuhpopulation	68
6	Diskussion und Schlußfolgerungen	70
6.1	Bedeutung von Genreserven für die Tierzucht	70
6.2	Eignung der Biotechniken zur Anlage von Genreserven für züchterische Zwecke	71
6.3	Aussagen der Ergebnisse des Versuchsteiles	71
6.4	Anwendung des Modells für Murnau-Werdenfelser und Pustertaler	74



7	Zusammenfassung	76
8	Summary	78
9	Literaturverzeichnis	79
10	Anhang	92
	Verzeichnis der Tabellen	93
	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	96
	Danksagung	98
	Lebenslauf	99

1. Einleitung

In den letzten Jahrzehnten haben in der Landwirtschaft grundlegende Veränderungen stattgefunden. Seit der Verbreitung von Zugmaschinen ist die Zugarbeit der Rinder nicht mehr gefragt. Durch den Einsatz von Mineraldünger hat sich der Ertrag aus dem Futterbau wesentlich erhöht. Höheres Futterangebot, neue Futtermittel und verbesserte Konservierungstechniken machen Hungerkünstler überflüssig. Die heutigen Transportmittel sind schneller und für verderbliche Güter wie Milch und Fleisch besser geeignet. Dadurch wurden neue Märkte für diese Erzeugnisse eröffnet, und diese Produkte haben einen höheren Wert.

Den Marktanforderungen entsprechend werden neue Zuchtziele festgesetzt. Rassen, die diesen Anforderungen am ehesten entsprechen, können mittels künstlicher Besamung durch Verdrängungskreuzung rasch verbreitet werden, was auch vielerorts praktiziert wird. Zudem kann mit Hilfe dieser Technik die Selektion auf väterlicher Seite verschärft werden. Mit steigender Populationsgröße können die Möglichkeiten der Besamungszucht besser genutzt werden. Um möglichst große Zuchtfortschritte in kurzer Zeit zu erzielen, werden große Populationen angestrebt. Die große Verbreitung derzeit wirtschaftlich interessanter Rassen führte aber zur Abnahme von weniger leistungsfähigen Rassen.

Besamungszuchtprogramme, die der Steigerung der Effektivität in der Landwirtschaft dienen, und ein erheblicher wirtschaftlicher Druck auf die Tierbesitzer machen es diesen fast unmöglich, unrentable Rassen zu züchten und zu halten. All diese Entwicklungen haben dazu geführt, daß heute bereits viele Rinderrassen ausgestorben sind und weitere vom Aussterben bedroht sind.

In neuerer Zeit haben diese alten Rassen jedoch wieder einige Fürsprecher gefunden. Es werden neben kulturellem Interesse an diesen Rassen auch Gedanken zur Erhaltung der genetischen Vielfalt vorgebracht. Man befürchtet, durch Verengung der genetischen Variation die züchterische Anpassungsfähigkeit an zukünftige, nicht voraussehbare Anforderungen zu verlieren. Außerdem hat man auch die Vorzüge dieser Rassen wie Krankheitsresistenz, Eignung zu extensiver Nutzung, Genügsamkeit und viele andere wiederentdeckt.

Seit einigen Jahren setzen sich auch staatliche Stellen für die Erhaltung bedrohter Rassen ein. Mit den Techniken der Spermakonservierung und der Kryokonservierung von Embryonen bieten sich neben der Haltung lebender Tiere zwei weitere Alternativen zur Anlage von Genreserven an. Am Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München werden Embryobanken für Murnau-Werdenfelder und für Pustertaler Sprinzen angelegt.

In vorliegender Arbeit werden die Möglichkeiten zur Erhaltung gefährdeter Rassen unter besonderer Berücksichtigung der Anlage von Embryobanken untersucht. Es sollen die möglichen Erfolgsraten bei der Anlage und Reaktivierung einer Embryobank am praktischen Beispiel unter günstigen und ungünstigen Verhältnissen überprüft werden. Da ein Ziel dieser Arbeiten die Anlage einer Embryobank der Rasse Murnau-Werdenfelder ist, wird diese Rasse ausführlich beschrieben.

2 Literatur

2.1 Definition des Begriffes Rasse

Nach KRÄUSSLICH (1981) wird mit dem Begriff "Rasse" bei Haustieren Gruppe innerhalb der Art bezeichnet, die sich von anderen Gruppen unterscheidet, während bei Wildtieren Gruppen innerhalb der Art als Unterarten bezeichnet werden. Die Rinderrassen stellen genetische Gruppen dar, die sich über längere Zeiträume durch Anwendung bestimmter Paarungsschemata oder durch Selektion auf bestimmte Merkmale entwickelt haben. Die Rassenamen sind willkürlich gewählt; oft führte ein einziges unterschiedliches Gen zur Bildung einer neuen Gruppe mit einem eigenen Rassenamen. Untergruppen innerhalb der Rasse werden als Schläge oder Linien bezeichnet.

2.2 Geschichte der Genreserven

Wissenschaftler warnten schon vor Beginn der dreißiger Jahre vor dem Verlust von alten Kulturrassen in der Pflanzenzucht, VAVILOV (1928). Im Jahre 1965 beschäftigte man sich beim "Symposion on Germ Plasm Resources for Plant and Animal Breedere" in Chicago erstmals mit der Erhaltung von Haustierrassen, VAN ALBADA (1965). Das Wort Genreserve wird erstmals im Jahre 1966 mit dem Anwachsen des öffentlichen Interesses an der Erhaltung von Haustierrassen gebraucht, FAO (1966).

2.3 Abnahme der genetischen Variabilität in der Rinderzucht

Verluste in der genetischen Variabilität werden von vielen Autoren und bei allen Haustierrassen beschrieben. Man unterscheidet zwischen Verlusten genetischer Variabilität innerhalb einzelner Rassen und Verlusten innerhalb der Art, MAIJALA (1974).

2.3.1 Ursachen für die Abnahme der genetischen Variabilität

Die Verluste genetischer Variabilität innerhalb einzelner Rinderrassen haben ihre Ursachen:

1. in scharfer Selektion, die zur Erzielung rascher Zuchtfortschritte innerhalb Populationen und Rassen durchgeführt wird. Zur Erzielung des erwünschten Zuchtfortschrittes werden, wie von SIMON und SCHULTE-COERNE (1979) ausführlich beschrieben, folgende Maßnahmen eingesetzt:

- Ausbau der Leistungsprüfung,
- Kontrolle systematischer Umwelteinflüsse,
- Verwendung angemessener biologischer Gewichte für Leistungs-
informationen,
- Einsatz der künstlichen Besamung,
- Entwicklung hierarchischer Zuchtstrukturen,
- Zugang zu genetischen Ressourcen anderer Länder,
- Anwendung der Indexselektion,
- Nutzenanwendung der Zuchtplanung,
- Standardisierung der Haltungs- und Fütterungsbedingungen
- und Vereinheitlichung der Agrarförderung in Europa durch die EG.

NICHOLAS und SMITH (1983) und SCHLEGER (1983) diskutieren den Embryonentransfer und das in der Zukunft vielleicht schon mögliche Klonen als zusätzliche Möglichkeiten zur Steigerung des Zuchtfortschrittes in der Tierzucht, was eine weitere Beschleunigung der Einengung der genetischen Variabilität zur Folge hätte. Diese Techniken lassen sich aber ebenso, wie die Mikromanipulation von Embryonen, gezielt zur Erhaltung und Erweiterung der genetischen Variabilität einsetzen.

2. im genetischen Drift, der sich in kleinen Populationen besonders stark auswirkt, MAIJALA (1974), O'BRIAN et al. (1983). Die Zahl der eingesetzten Vätertiere ist von entscheidender Bedeutung. Sobald sie unter 10 sinkt, wird die betreffende Rasse als gefährdet angesehen, ZWIEAUER (1979). SIMON und SCHULTE-COERNE (1979) betrachten eine Rinderrasse schon als gefährdet, wenn weniger als 10 - 20

Vatertiere eingesetzt werden. MAIJALA et al. (1982) setzen die Grenze der Bedrohung von Rinderrassen auf 1000 weibliche Rinder fest. Wenn sich die Zahl der Vatertiere stark reduziert oder wenn sie kleiner als 20 ist, erhöht sich die Zahl der weiblichen Rinder auf 1000 - 5000.

3. in der Angleichung verschiedener Populationen der gleichen Rasse durch internationalen Austausch von Zuchtmaterial, SIMON und SCHULTE-COERNE (1979).
4. in der Zucht auf einseitige Nutzung, die rasche Zuchtfortschritte ermöglicht, SIMON (1980).

Die Verluste genetischer Variabilität innerhalb der Art werden neben oben beschriebenen Ursachen darauf zurückgeführt, daß viele Rassen zahlenmäßig zurückgehen und schließlich aussterben, während andere sich enorm verbreiten. Bessere Kommunikationsmöglichkeiten und eine größere Mobilität von Mensch und Tier beschleunigen zusammen mit der Anwendung neuer Techniken der Tierzucht solche Rassenverschiebungen, LAUVERGNE (1977). Diese Entwicklung ist in der Bundesrepublik Deutschland in der Braunvieh- und der Schwarzbuntpopulation festzustellen. Durch kontinuierliche Einkreuzung von Brown-Swiss und Holstein-Friesian Bullen wird die deutsche Braunvieh- und Schwarzbunt-Rasse verdrängt.

Die Erkenntnisse von ROBERTSON and RENDEL (1950) über den engen Zusammenhang von Populationsgröße und Rate des Zuchtfortschrittes führen zur Verstärkung dieser Tendenz. Zudem führt die zunehmende Herausnahme von Grenzertragsgebieten aus der landwirtschaftlichen Produktion zum Aussterben der dort ansässigen Rassen, LAUVERGNE (1976).

Im weiteren wird die Verringerung der genetischen Variabilität innerhalb einer Art darauf zurückgeführt, daß Rassenunterschiede durch Einkreuzung fremder Rassen und durch identische Zuchtziele in verschiedenen Rassen verwischt werden. So wird zum Beispiel durch Einkreuzung von Red-Holstein in Fleckvieh und in Pinzgauer versucht, deren Milchleistung zu heben.

Als treibende Kräfte für das Streben nach höheren Leistungen werden der Drang nach höherer Rendite, die Forderung einer wachsenden Weltbevölkerung nach Versorgung mit tierischem Protein, SIMON (1984), die allgemeine Überschätzung absoluter Leistungen und ein gewisses Modedenken betrachtet, DEATON (1980).

2.3.2 Methoden zur Erfassung der Abnahme genetischer Variabilität

Zwei Indikatoren für die Abnahme der genetischen Variabilität in einer Population werden von STUR und MÜLLER (1983) vorgestellt. Der Homozygotiegrad oder Ca-Wert wird aus der Summe der Quadrate der Genfrequenzen in einem Markergensystem mit multiplen Allelen berechnet. Er gibt die Wahrscheinlichkeit an, daß zwei zufällig aus der Population ausgewählte Allele identisch sind. Der Na-Wert ist reziprok zum Ca-Wert und beschreibt die effektive Allelzahl im untersuchten Gensystem. ALLENDORF (1986) stellt bei Untersuchungen an kleinen Wildtierpopulationen fest, daß durch kurzzeitige, starke Verringerung der effektiven Populationsgröße (eine Generation) die Heterozygotierate nur geringfügig beeinträchtigt wird, während die absolute Allelzahl stark reduziert wird.

Das Ausmaß der Abnahme genetischer Variabilität wird durch Erhebungen über die Zahl der bedrohten Rinderrassen in Europa, LAUVERGNE (1977), MAIJALA (1982, 1984), durch Herdbuchbestandsentwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland, SIMON und SCHULTE-COERNE (1979), AMK Berlin (1984) und durch eine Zusammenstellung der Ca- und Na-Werte von österreichischen Rinderrassen, STUR und Müller (1983), abschätzbar.

2.3.3 Folgen der Abnahme genetischer Variabilität

Durch die Minderung der genetischen Variabilität infolge von Selektion auf Leistung und Beschränkung auf leistungsfähige Rinderrassen wird eine Reduktion der Fitness unserer Haustierpopulationen erwartet, PODUSCHKA (1983), OBRIAN et al (1983), OBRIAN et al. (1985). Andere befürchten nicht so sehr den Verlust von Allelen, da diese bei Verdrängungskreuzung in die verdrängende Population aufgenommen werden,

sondern mehr die Frequenzminderung dieser seltenen Allele und damit ihren Wirkungsverlust. Solche Wirkungsverluste können nur durch generationenlange Zuchtarbeit wieder rückgängig gemacht werden, LAUVERGNE (1976). SIMON (1984) erwartet nach der Verminderung der genetischen Variabilität in der Rinderzucht einen Flexibilitätsverlust in der Antwort der Tierzucht auf zukünftige Anforderungen.

2.4 Erhaltung bedrohter Rassen

Heute sind in Europa umfangreiche Bestrebungen im Gange, bedrohte Haustierrassen vor dem Aussterben zu retten. Sie werden international durch die FAO, UNEP und durch die Europäische Vereinigung für Tierproduktion (EAAP) koordiniert, MAIJALA (1983).

Im Jahre 1963 begann die Zoological Society of London im Whipsnade Zoo eine "Gene Bank" anzulegen. Diese Genbank umfaßte zwei Rinder- und sieben Schafrassen, die als kleine Herden in Freigehegen des Zoos gehalten wurden, ROWLANDS (1964). Im Jahre 1968 wurde sie wegen Finanzierungsproblemen aufgelöst. Ein Teil der Tiere wird im Whipsnade Zoo weitergehalten, während der andere auf das "National Agricultural Center" der "Royal Agricultural Society of England" und auf die "Reading University" verteilt wurde. Auf St. Kilda wird eine Schafrasse (Soay-sheep) in einem Naturreservat gehalten. Eine andere Schafrasse, das braune Manx Loaghtan wird wegen seiner vier Hörner als Kuriosum im Manx Museum gehalten, RYDER (1970). Im Jahre 1973 wurde in Großbritannien der Rare-Breed-Survival-Trust, ein privater Verein zur Erhaltung seltener Rassen gegründet. Er setzt sich für die Erhaltung von Haustierrassen in Form lebender Herden ein. Von verschiedenen Rinderrassen hat er auch Spermbanken angelegt.

In Frankreich geht die Initiative zur Erhaltung bedrohter Haustierrassen in erster Linie vom Landwirtschaftsministerium aus. Es werden Erhebungen über bedrohte Rassen, Beratung der Halter und Koordination von Hilfsmaßnahmen durchgeführt. Finanzielle Unterstützung wird gewährt und Paarungspläne werden ausgearbeitet, SIMON (1980). Für die Erhaltung bedrohter Haustierrassen wurde eine gesetzliche Grundlage geschaffen, DEVILLARD (1980).

Seit 1979 arbeitet in Holland die Rare-Breeds-Foundation mit staatlicher Unterstützung an der Erhaltung bedrohter Rassen. Es werden die Leistungen und Daten dieser Rassen dokumentiert, Zuchtverbände gegründet, Spermapanken und Naturreservate eingerichtet, und in öffentlichen Medien wird Werbung für bedrohte Haustierrassen betrieben.

In Italien befaßt sich der nationale Forschungsrat mit der Erhaltung von Tierressourcen. Es wird die Aufstellung von Herden bedrohter Rassen in Staatsbetrieben und die Zahlung von Haltungsprämien erwogen, SIMON (1980).

In der Bundesrepublik Deutschland wurden die ersten Aktionen zur Erhaltung bedrohter Haustierrassen im Jahre 1963 durchgeführt. Das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gewährte in diesem Jahre Aufzuchtprämien zur Förderung der bedrohten Murnau-Werdenfelser. Im Jahre 1975 wurde ebenfalls durch genanntes Ministerium die Anlage von Spermapanken verschiedener bayerischer Rinderrassen angeregt und mit dem Aufbau staatseigener Herden von zwei bedrohten Rinderrassen Bayerns begonnen. Seit 1980 arbeitet man am Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München an der Erstellung einer Embryobank von den Murnau-Werdenfelsen. Im Jahre 1984 wurden erstmals Embryonen dieser Rasse in die staatliche Genreserve aufgenommen. In Baden-Württemberg werden Prämien zur Erhaltung der Hinterwälder und der Schwarzwälder Fuchse gewährt, MOSER (1984). Seit 1982 besteht auch in der Bundesrepublik Deutschland ein privater Verein, die Gesellschaft zur Erhaltung alter und bedrohter Haustierrassen e.V., der sich für die Erhaltung bedrohter Haustierrassen in kleinen Herden einsetzt.

2.4.1 Gründe für die Erhaltung von Haustierrassen

Für die Erhaltung von Haustierrassen werden unter verschiedenen Gesichtspunkten Argumente vorgebracht.

Es besteht ein ökologisches Interesse an einzelnen Haustierrassen. So werden durch die Beweidung mit Hinterwälder Rindern die steilen Bergweiden im Schwarzwald erhalten, da durch den "Verbiß" eine Verwaldung verhindert wird, IRSCH und PRIEWE (1983).

JEWELL (1971) und BOWMAN and AINDOW (1973) betrachten die Erhaltung bedrohter Haustierrassen auch für pädagogische Zwecke als sinnvoll. Man könne durch direkte Vergleiche von alten, erhaltenen Haustierrassen mit modernen Rassen zum Beispiel den Begriff Evolution gut erklären und veranschaulichen.

Kulturelle und emotionale Beweggründe werden von LAUVERGNE (1976), von SIMON (1984) und vielen anderen angeführt. Man betrachtet in jahrzehntelanger Zuchtarbeit geformte Haustierrassen als ebenso erhaltungswürdig wie alte Bauten oder Kunstwerke. In den Zuchtgebieten der bedrohten Rassen besteht eine starke emotionale Bindung von Landwirten an ihre Rassen.

Wirtschaftliche Argumente für die Erhaltung bedrohter Rassen werden von ROGNONI (1980) vorgetragen. So sind bestimmte, alte Rinderrassen wegen ihrer Anspruchslosigkeit besonders zur Nutzung von Grenzertragsböden auch in Entwicklungsländern geeignet.

Auch für wissenschaftliche Untersuchungen finden alte Haustierrassen besondere Verwendung. Nach direktem Vergleich von Tieren, die aus mehrjährig konservierten Embryonen geboren worden sind, mit Tieren, die nach mehreren Generationen züchterischer Bearbeitung vorhanden sind, könnte man leicht die genetisch bedingte Leistungssteigerung letzterer berechnen, SMITH (1977).

Diese bedrohten Rassen würden sich auch gut für physiologische Experimente eignen, RYDER (1970) und MILLER (1977). Die Inkretion von bestimmten Hormonen in Rassen mit unterschiedlicher Entwicklung wird als eines von vielen interessanten Untersuchungsthemen betrachtet.

Besonders rege wird die Erhaltung von bedrohten Haustierrassen für tierzüchterische Interessen gefordert. Mit diesen alten Rassen soll die genetische Variabilität erhalten werden, die durch die scharfe Selektion in momentan wirtschaftlich interessanten Rassen abnimmt. Die nach ROBERTSON (1960) und AL MURANI (1974) zu erwartenden Selektionsplateaus in überzüchteten Rassen könnten durch Einkreuzung von Tieren aus den alten, bedrohten Rassen überwunden werden.

Man möchte die alten Haustierrassen auch wegen der bereits bestehenden Konsolidierung der Erbanlagen in bestimmten Merkmalen erhalten, um rascher auf veränderte Anforderungen an die Tierzucht reagieren zu können. Andere Ernährungsgewohnheiten des Menschen könnten solche plötzlichen Veränderungen der Zuchtziele verursachen, SIMON (1984b).

Ebenso kann eine veränderte Futtergrundlage für die Tierproduktion den Vorzügen der bedrohten Rassen eine höhere Bedeutung verleihen, als sie jetzt besteht, HARTMANN und PIRCHNER (1977).

Veränderte Umweltbedingungen, SIMON (1984) können den Einsatz dieser alten Rassen in der Tierzucht genauso fordern wie eventuelle politische Entscheidungen, LAND (1981).

Nach JEWELL (1971) könnten in bedrohten Rassen vorhandene Krankheitsresistenzen in der Tierzucht nutzbringend eingesetzt werden.

2.4.2 Argumente gegen die Erhaltung von Haustierrassen

Von ROTTMANN und KROMKA (1983) werden eine Reihe Argumente, die gegen die Anlage von Genreserven sprechen, vorgebracht.

Sie wenden sich generell gegen die Erhaltung von bedrohten Haustierrassen, weil sich ein jetzt schon vorhandenes Leistungsdefizit im Erhaltungszeitraum noch vergrößert, und weil die Kosten-Nutzen-Relation solcher Vorhaben von ihnen ungünstig beurteilt wird.

Weiterhin bestünde die Möglichkeit, Genfrequenzen von aussterbenden Rassen durch Selektion in vorhandenen Rassen im gleichen Zeitraum zu erhöhen, der zur Vergrößerung kleiner Herden oder zur Verdrängungskreuzung mit Sperma dieser bedrohten Rassen benötigt würde.

Schließlich sei die Konservierung unbekannter Gene unwirtschaftlicher Rassen für eventuellen Gebrauch in einer nicht vorhersehbaren Zukunft insgesamt ein sehr fragwürdiges Unternehmen.

Sie vertrauen auf ein Wachstum des Wissens, das bis jetzt noch immer geholfen habe, Schwierigkeiten zu überwinden und auf die Unerschöpflichkeit der Erbanlagen.

Sie lehnen die Erhaltung bedrohter Haustierrassen auch wegen mangelnder Konformität des Vorhabens mit der natürlichen Evolution ab und weisen auf eine inkonsequente züchterische Haltung hin, die genetische Manipulationen von Rinderrassen dulde, ein Fallenlassen unrentabler Rassen jedoch nicht.

Der hohe technische Aufwand für die Anlage einer Embryobank wird angeführt und auf das Risiko aufmerksam gemacht, daß nach 50 oder 100 Jahren aus Tiefgefriersperma oder tiefgefrorenen Embryonen entstandene Tiere in veränderter Umwelt eventuell nicht mehr überlebensfähig sind.

MASON (1974) akzeptiert drei Argumente, die sich gegen die Erhaltung von Rinderrassen wegen Krankheitsresistenzen richten.

Er ist der Meinung, daß von Einzelgenen kodierte Krankheitsresistenzen bei Tieren sehr selten sind und daß Krankheitsresistenzen nicht notwendigerweise mehr an lokale Rassen gebunden sind als an bewährte, leistungsfähige Rassen.

Schließlich könnten Krankheiten unter Zuhilfenahme von tierärztlichen Leistungen schneller, billiger und effektiver behandelt werden als sie durch Zucht auf Krankheitsresistenz vermieden werden können.

2.4.3 Kriterien der Erhaltungswürdigkeit

Wegen der hohen Kosten, die durch Anlage und Erhaltung von Genreserven verursacht werden, sollen kritische Maßstäbe zur Beurteilung der Erhaltungswürdigkeit einer Rasse angelegt werden. Vom Ausschuß der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde für genetisch-statistische Methoden in der Tierzucht werden Kriterien der Erhaltungswürdigkeit unter drei übergeordneten Gesichtspunkten zusammengefaßt, ZWIEAUER (1979):

A Drei biologische Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit eine Rasse erhalten werden soll:

- Sie muß eine eigenständige Population darstellen.
- Es darf keine Möglichkeit zum Bezug von Vatertieren aus genetisch vergleichbaren Populationen bestehen.
- Die effektive Populationsgröße muß so klein sein, daß die Zahl der eingesetzten Vatertiere unter 10 abzusinken droht.

B Mindestens in einem der folgenden, genetischen oder wirtschaftlichen Kriterien soll sich die Rasse soweit von vorherrschenden Rassen unterscheiden, daß der genetische Vorsprung der bedrohten Rasse in drei Generationen bei intensiver Selektion nicht aufzuholen ist:

- In einem wirtschaftlich bedeutenden Merkmal, wie Körpergröße oder Belastbarkeit,
- in Kriterien, die vielleicht in Zukunft wirtschaftliche Bedeutung erlangen,
- in der Frequenz von Hauptgenen mit möglicher wirtschaftlicher Bedeutung,
- in der Heterosiserwartung wegen geringer genetischer Verwandtschaft mit anderen Rassen.

C Auch unter kulturell-ökologischen Gesichtspunkten kann eine bedrohte Rasse als erhaltenswert eingestuft werden:

- Wenn sie eine besondere Beziehung zu dem Gebiet hat, in dem sie gehalten wird,
- wenn sie besonders geeignet ist zur Landschaftspflege oder zur Aufrechterhaltung des ökologischen Gleichgewichts einer Gegend,
- wenn sie zur Freizeitgestaltung des Menschen beiträgt,
- wenn sie besondere Formen, Farben oder Verhaltensweisen zeigt.

Der Rare Breed Survival Trust, ein privater Verein zur Erhaltung bedrohter Rassen in Großbritannien, fragt zur Feststellung der Erhaltungswürdigkeit nach Ursprünglichkeit und Geschlossenheit der Rasse, ALDERSON (1980):

- Existiert ein Herdbuch seit mehr als sechs Generationen?
- Wird typgetreu gezüchtet?
- Besteht die Rasse seit mindestens 75 Jahren?
- Sind nicht mehr als 20 % Fremdblutanteile durch Einkreuzung anderer Rassen vorhanden?

MILLER (1977) fordert die Feststellung unterschiedlicher Grade der Bedrohung, damit man die zu erhaltenden Rinderrassen nach Dringlichkeit der Erhaltungsmaßnahmen einstufen kann. Nach TURNER (1967) sollten die Eigenschaften der bedrohten Rassen, z.B. in der Leistung, in der Anpassbarkeit an die Umwelt, in der Krankheitsresistenz und in der Brauchbarkeit zur Kreuzungszucht, definiert sein. Vorschläge zur Testung der Kreuzungseignung werden von DICKERSEN (1969) gemacht. Die genetische Eigenständigkeit einer Population kann mit Hilfe der Rassengeschichte und archäologischer Funde, BOWMAN and AINDOW (1973), durch Untersuchung morphologischer Charaktere, WITT und DÖRING (1955), oder durch Untersuchung der Genfrequenzen von Blutgruppensystemen, SCHMID und ERHARD (1963), RENDEL (1967), KITZ und PIRCHNER (1971), oder Milchproteinen, RENDEL (1967), BUCHBERGER et al. (1986), GRAML et al. (1986), festgestellt werden.

2.4.4 Maßnahmen, die indirekt zur Erhaltung von Rassen beitragen

Eine internationale Datenbank mit der Aufgabe, Informationen über bedrohte Rassen zu sammeln und schnell verfügbar zu lagern, sollte angelegt werden. Es wurde vorgeschlagen, diese Datenbank an das Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics in Edinburgh anzugliedern, MAIJALA (1984).

Auch Vorschläge, die die Zusammensetzung nationaler Kommissionen zur Durchführung und Koordination von Erhaltungsmaßnahmen betreffen, wurden gemacht. Nach RYDER (1970) sollte das ein wissenschaftlicher Verein sein, dessen Spitze eine Gruppe bilden könnte, die ähnlich zusammengesetzt ist, wie die Gruppe, die die Genbank in Whipsnade organisiert hat. Dieser Verein sollte staatliche Unterstützung bekommen.

Andere meinen, die Kommission solle sich aus Fachleuten der praktischen Tierzucht, der staatlichen Tierzuchtverwaltung, der zoologischen Gärten und der Tierzuchtwissenschaft zusammensetzen und mit entsprechenden Befugnissen ausgestattet sein, um sofort und mit geeigneten Maßnahmen auf bestimmte Bedürfnisse zu reagieren, ZWIEAUER (1979).

Nach DEVILLARD (1980) sollten diese Aufgaben vom Landwirtschaftsministerium in Zusammenarbeit mit öffentlichen, nationalen Vereinen auf übergeordneter Ebene und von Tierzuchtverbänden in Zusammenarbeit mit örtlichen Vereinen auf untergeordneter Ebene wahrgenommen werden. Die Maßnahmen zur Erhaltung der genetischen Variabilität erstrecken sich für die nationalen Kommissionen auf die Gewinnung und Sammlung von Informationen über die betreffenden Rassen, auf die Förderung bestehender Bestände und auf die Anlage von Genreserven, BOWMAN (1974).

Die Informationen sollen die Verbreitung der Rasse, die Anzahl der eingesetzten Vätertiere, die Leistung und die Eignung unter geänderten Produktionsbedingungen enthalten, ZWIEAUER (1979). Die Förderung bestehender Bestände kann in Unterstützung gleichgerichteter Bestrebungen unter den Tierhaltern in Form von Erhaltungsprämien, ZWIEAUER (1979), von Werbung in Radio, Fernsehen und Presse, von Informationsveranstaltungen, Ausstellungen und Märkten, BOWMAN (1974), bestehen. Auch das Herzeigen von Tieren bedrohter Rassen in Zoos, wie im Whipsnade Zoo in London, im Amsterdamer Zoo und im Jardin des Plantes in Paris, RYDER (1970), kann als indirekte Maßnahme zur Erhaltung von bedrohten Rassen angesehen werden.

Die Anlage und Verteilung eines Anschriftenverzeichnisses von Züchtern seltener Rassen, eine Zuchtberatung und die Befreiung von administrativen Vorschriften (Körgegesetz) können ebenfalls zur Förderung bestehender Bestände beitragen, ZWIEAUER (1979). In Frankreich wurden für die Erhaltung der genetischen Variabilität gesetzliche Grundlagen geschaffen, DEVILLARD (1980).

2.4.5 Direkte Maßnahmen zur Erhaltung genetischer Variabilität

Von MAIJALA (1974) wird vorsichtige Selektion zur Minimierung von Genverlusten als eine Möglichkeit der Erhaltung genetischer Variabilität dargestellt. SCHÖNMUTH und SEELAND (1982) fordern neben der Erhaltung genetischer Variabilität die Erzeugung neuer genetischer Ressourcen. Für die Anlage von Genreserven werden momentan sechs Möglichkeiten diskutiert, die sich grundsätzlich zwei Erhaltungsformen zuordnen lassen:

- Erhaltung lebender Tiere
- In-Vitro-Konservierung von Spermien, Eizellen oder Embryonen

Für die Anlage von Genreserven in Form lebender Tiere gibt es drei Möglichkeiten:

- Genpools:

Tiere verschiedener Rassen werden in einer Herde mit zufälliger Paarung gehalten. Hier wird nicht das Genom als Einheit konserviert, da verschiedene Rassen untereinander gekreuzt werden. Der Genpool eignet sich besonders zur Erhaltung von mehreren, eng verwandten Rassen, deren isolierte Erhaltung wegen der großen benötigten Tierzahl nicht sinnvoll ist, MAIJALA (1985).

- reingezüchtete Herden mit zufälliger Paarung:

Hier wird versucht, das gesamte Genom zu erhalten. Man benötigt aber pro Rasse die gleiche effektive Populationsgröße, wie sie im Genpool nötig ist, um nicht eine allzu große Steigerung der Inzuchtrate in Kauf nehmen zu müssen. Zur Erhaltung von Merkmalen mit geringer Heritabilität benötigt man 250 weibliche Tiere, MAIJALA et al. (1984). Da man die Tiere jederzeit vorzeigen kann, eignet sich diese Anlageform besonders für kulturell-emotionale Zwecke.

- Reinzucht in Linien mit Selektion auf jeweils ein Merkmal:

Hierbei sollen Rassen, die in einem Merkmal besondere Leistungen zeigen, unter Selektion auf dieses Merkmal in Reinzucht weitergehalten werden, LAND (1981). Diese Methode hat den Vorteil, daß während des Erhaltungszeitraumes genetische Fortschritte in den gewünschten Leistungsmerkmalen erzielt werden. Wenn man viele verschiedene Rassen mit verschiedenen Vorzügen auf diese Art weiterzüchtet, wird auch die genetische Variabilität erhalten bleiben.

Für die In-Vitro-Konservierung werden ebenfalls drei Möglichkeiten genannt. Bei diesen ist eine genetische Veränderung während der Lagerungszeit nicht möglich.

- Das Spermadepot:

Es hat die Nachteile, daß nur der haploide Chromosomensatz konserviert wird und daß zur Reaktivierung ein Zeitraum von mindestens 10 Jahren benötigt wird, in denen Verdrängungskreuzung an vorhandenen Populationen betrieben werden muß. Es ist jedoch bei weitem das kostengünstigste Verfahren, BREM et al. (1984). Dieses Verfahren eignet sich wegen seiner preisgünstigen, einfachen und schnellen Durchführbarkeit besonders zur Kombination mit anderen Verfahren.

- Die Eizellbank:

Die Anlage und Reaktivierung einer Eizellbank ist bei landwirtschaftlichen Nutztieren noch nicht möglich, könnte aber in absehbarer Zeit Bedeutung erlangen, POLGE (1980), RENARD (1984)

- Die Embryobank:

Die Anlage einer Embryobank ermöglicht neben der Erhaltung des diploiden Chromosomensatzes auch die Erhaltung von extrachromosomalen Erbinformationen. Sie erlaubt die schnelle Erstellung reinrassiger Populationen von bereits ausgestorbenen Rassen. Sie ist in der Anlage zwar teurer als die Spermaabank, in der Unterhaltung entstehen jedoch die gleichen Kosten. Bei der Reaktivierung sind die Kosten sogar geringer als bei der Spermaabank, BREM et al. (1981), GRAF und BREM (1983). Es besteht die Möglichkeit, das eingelagerte genetische Potential gut zu definieren: Durch mikrochirurgische Teilung gewonnene Embryohälften werden eingefroren, während die anderen Hälften übertragen werden. Die Leistung der Tiere, die aus sofort übertragenen Embryonen entstehen, könnte protokolliert werden, BREM (1986).

3 Beschreibung des Murnau-Werdenfelser Rindes, einer bedrohten Rinder- rasse in Bayern

3.1 Exterieurbeschreibung des Murnau-Werdenfelser Rindes

Die Murnau-Werdenfelser sind in der Färbung ihres Haarkleides sehr heterogen. Die Tiere sind zwar immer einfarbig, die Haarfarbe variiert jedoch von strohgelb bis rotbraun. Bei den meisten Tieren hat das Fell einen gelbbraunen Farbton. Nach BÄRLEHNER (1931) wurden manche Kälber in einem graugelben Haarkleid geboren, das mit zunehmendem Alter jedoch rasch dunkler wurde. Heute werden die Kälber jedoch ausnahmslos in der Fellfarbe geboren, die sie ihr Leben lang tragen. Als besonders rasse-typisch werden jene Tiere angesehen, die am Kopf schwarze Masken tragen. Bei solchen Tieren sind häufig auch Hals, Schulter, Triel und Vorder-seite der Gliedmaßen dunkel gefärbt. Bei vielen Tieren kann man am Rücken einen hellen Aalstrich erkennen. Die Schwanzquaste muß immer schwarz sein, damit die Tiere als reinrassig anerkannt werden.

Ebenso sind die Klauen und die Hornspitzen immer schwarz pigmentiert, während die Basis des Hornes bis zum letzten Drittel pigmentlos, wachs-gelb bis weiß ist. Schwarz pigmentiert sind auch Gaumen, Zunge und Flotzmaul. Um das Flotzmaul zieht ein heller Saum und manchmal wird es von einem hellen Strich in der Medianen geteilt. An Lidrändern, After und Scham wird die dunkel pigmentierte Haut, die sonst von einem kurzen, glatten Haarkleid bedeckt ist, sichtbar. Sie ist weich und am Halse und zwischen Euter, Scham und Hinterschanken fein gefältelt.

Die Tiere haben einen edlen, keilförmigen Kopf mit langer gerader Stirn. Die Hörner verlaufen zunächst gerade nach außen, dann aufwärts und winden sich am Ende leicht nach vorne. Der dünne, lange Hals endet in einer ausgeprägten Wamme. Oft findet man Tiere mit einer ausgeprägten Bugleere, mit Senkrücken oder mit zu spitzem Becken. Das Euter ist gut entwickelt, straff aufgehängt und nicht oder nur wenig behaart. Der Schwanz ist hoch angesetzt. Kühe mit abgeschlossenem Wachstum wiegen bei einer Widerristhöhe von 128 - 130 cm zwischen 500 und 600 kg. Bullen mit einer Widerristhöhe von 138 - 140 cm wiegen 800 - 900 kg, FRAHM (1982).

3.2 Entstehung der Murnau-Werdenfelser Rasse

Über die Entstehung der Murnau-Werdenfelser wurden viele Mutmaßungen und Theorien veröffentlicht. Erst in neuerer Zeit wird versucht, wissenschaftlich fundierte Kenntnisse darüber zu gewinnen. In der frühesten Quelle, MAY (1856) wird über zwei Schläge berichtet, die im heutigen Zuchtgebiet gehalten werden. Es wird der Oberländer oder Altwerdenfelser Schlag genannt, der phänotypisch eine nahe Verwandtschaft mit dem Tiroler Vieh erkennen läßt und das Neuwerdenfelser Vieh, das dem Allgäuer Vieh sehr nahe steht. In einer späteren Veröffentlichung stellt MAY (1872) dem Altwerdenfelser Vieh, welches er jetzt als dem Allgäuer Stamme ähnlich bezeichnet, einen Schlag gegenüber, der auf den Murnauer Märkten gehandelt wird und durch Kreuzungen von Schwyzer Vieh mit in der Gegend verbreiteten Bastarden des Landviehs entstanden sein soll. In einer anderen Quelle korrigiert er seine Meinung über die Entstehung der Murnau-Werdenfelser dahingehend, daß der Murnauer Schlag nicht aus Kreuzungen von Landvieh mit Schwyzer Vieh sondern aus Kreuzungen von Werdenfelser Vieh mit Schwyzern entstanden sei, MAY (1873).

Nach FRANK (1882) ist der Murnauer Schlag aus Kreuzungen von Schwyzern, Montafonern, Graubündnern und Allgäuern mit dem einheimischen, einfarbigen Vieh entstanden. MAYRWIESER (1883) führt die Entstehung des Murnau-Werdenfelser Schlages auf Kreuzungen von einheimischem, einfarbigem Gebirgsvieh mit dem Müritzaler Schlag zurück. Die Müritzaler sollen von Zisterziensermönchen aus ihren Klöstern im Müritzal nach Kloster Stams bei Telfs im Oberinntal in Tirol gebracht worden sein. Von dort aus sollen sie durch weitere Verbreitung in das Werdenfelser Land vorgedrungen und hier zur Verbesserung des heimischen Viehs eingekreuzt worden sein.

LEISEWITZ (1884) unterscheidet auf Grund von Schädelmessungen den Murnauer Stamm vom Werdenfelser Stamm. Er beschreibt den Murnauer Stamm als eine Kreuzung von *Bos Taurus Brachyceros* (Kurzhornrind) mit *Bos Taurus Primigenius* (Torfrind) unter Einfluß von *Bos Taurus Frontosus* (Großstirnring), während er den Werdenfelser Stamm nur als eine Kreuzung von *Bos Taurus Brachyceros* mit *Bos Taurus Primigenius* betrachtet. Im 19. Jahrhundert wurden die Rinderrassen an Hand von Vergleichen ihrer Schädelmaße mit denen von fossilen Schädeln eingeteilt, RÜTIMEYER (1861), WILCKENS (1876).

Nach LYDTIN und WERNER (1899) sind die Murnau-Werdenfelser durch Kreuzung von gelben Oberinntalern mit Braunvieh entstanden. RAMM (1901) stellt fest, daß das Murnau-Werdenfelser Vieh keinen reinen Zweig des Braunviehs darstellt, sondern auch Blut des Oberinntaler Schlages führt. SÜSSKIND (1908) vertritt die Meinung, daß die Murnau-Werdenfelser aus dem schon vorhandenen einfarbigen Landvieh entstanden sind, in das zur Auffrischung Mürztaler Tiere eingekreuzt worden sind.

HIBLER (1908) versucht, die Entstehung des Werdenfelser Rindes auf geschichtswissenschaftlicher Basis aufzuklären. Das einfarbige Gebirgsrind ist seiner Meinung nach aus Kreuzungen des weißen Steppenrindes, das gotische Kolonisten aus Südrußland mitgebracht hatten, mit dem braunen Alpenrind entstanden. Die Kreuzungen sollen im Pustertal durchgeführt worden sein. Der Abt des Klosters Innichen im Pustertal - einst Abt des Klosters Schlehdorf - soll den Kreuzungsschlag bereits im 9. Jahrhundert nach Schlehdorf gebracht haben. Vom Kloster Schlehdorf aus, das das Loisachtal klerikal versorgte, ist das Vieh dann über das Werdenfelser Land verbreitet worden. KRONACHER (1911) und SPANN (1928) beschreiben eine Einfuhr von gelben Oberinntalern durch die Klöster Ettal und Murnau und die anschließende Durchkreuzung des einheimischen, einfarbigen Viehs.

SCHMIDT und ERHARD (1963) konnten auf Grund der Untersuchung von Blutgruppenfrequenzen den Beweis erbringen, daß das Murnau-Werdenfelser Rind eng mit dem Braunvieh verwandt ist und daß es durch Rassenmischung entstanden sein muß. Weitergehende Untersuchungen von GRAML et al. (1986), in denen neben Blutgruppenfrequenzen auch Blutprotein- und Milchproteinfrequenzen untersucht werden, bestätigen diese Aussagen und deuten auch Einflüsse von Grauvieh, Fleckvieh und Murbodnern an.

3.3 Entwicklung von Population und Leistung

Bis zum Jahre 1810 (Gründung des Landwirtschaftlichen Vereins) hatte man nur in den Klöstern und auf großen Gütern eine Vorstellung von den Möglichkeiten einer gezielten Zucht. Auf die Milchleistung wurde kein großer Wert gelegt, da kein Absatzmarkt für Milchprodukte bestand. Wichtiger wurde die Arbeitstüchtigkeit der Rasse, der Wert als Fleischproduzent und die Fruchtbarkeit angesehen. Es wurde das gesamte Jungvieh aufgestellt und selbst die Deckbullen wurden, sobald sie ein bestimmtes Gewicht erreicht hatten, zum Schlachten geführt. Wegen mangelhaftem Futterangebot und sehr beengter Stallhaltung mußte das Vieh anspruchslos und sehr robust sein, damit es ohne allzugroße gesundheitliche Schäden durch den Winter gebracht werden konnte.

MAY (1873) beschreibt den Murnauer Schlag folgendermaßen: "Die Tiere sind nicht wählerisch, genügsam in der Futteraufnahme, zeigen befriedigende Leistungen bei notdürftiger Fütterung (Stroh und wenig saures Heu), haben eine sichere Vererbung der Eigenschaften und lassen sich gut über den Winter bringen." Der Altwerdenfelser wird von ihm so beschrieben: "Infolge der spärlichen Ernährung ist es ziemlich gering in den Fleischformen und unbefriedigend in der Milchabsonderung. Es ist wenig leistungsfähig zur Arbeit und nicht wertvoll zur Mast." Die beiden Schläge sind aber zu dieser Zeit schon bedeutend leistungsfähiger als das benachbarte Oberbayerische Landvieh, MAY (1856).

Besonders das im Norden des heutigen Zuchtgebietes verbreitete Bayerische Landvieh genügt den Züchtern, allen voran den Klostergütern und größeren Besitztümern nicht, weil sie schon andere, leistungsfähigere Rassen kennengelernt haben. So kreuzen die Klosterherren von Rottenbuch zu Beginn des 19. Jahrhunderts bereits Simmentaler ein. In den 30er Jahren kreuzen die Schlehdorfer Klosterbrüder Kehlheimer Blässen ein. Und die Klöster Polling und Wessobrunn erstellen durch Einkreuzung von Schwyzer Vieh in ihren einheimischen Landschlag den Pollinger Schlag, MAYRWIESER (1883) und BÄRLEHNER (1923). Von Westen drängt das Miesbacher Fleckvieh und von Osten das Allgäuer Braunvieh in dieses Gebiet vor. Da den recht anspruchsvollen Tieren aber kein entsprechendes Futter angeboten werden kann, bringen diese die erwartete Leistung nicht.

Im Jahre 1849 erläßt die Regierung von Oberbayern auf Vorschlag des Landwirtschaftlichen Vereins eine Verordnung über die Haltung von Zuchtstieren. Danach muß jeder Zuchtstier vor der Anschaffung durch den zuständigen Tierarzt untersucht werden. Die Zuchtbullen in den Zuchtbetrieben müssen laufend auf ihre Zuchtauglichkeit vom Tierarzt überwacht werden. Mängel und Nachlässigkeiten in der Haltung müssen angezeigt werden und sind unter Strafe gestellt.

Wegen großer Widerstände der Landwirte gegen dieses Gesetz - sie lassen sich ungern zwingen und die Tierärztkosten sind ihnen zu hoch - versucht die Bayerische Regierung 1851, die Zucht durch Zuschüsse für den Ankauf von Zuchtstieren und durch Preisverteilung auf Tierschauen zu fördern. Im Rahmen dieser Förderungen erhalten die Gemeinden Ober- und Unterammergau je einen Allgäuer Stier zur Zucht. Durch die Einkreuzung dieser Bullen erhofft man sich eine Kräftigung des Körperbaues, insbesondere eine bessere Ausgestaltung der Nachhand und eine Erhöhung der Milchleistung, LORZ (1925).

Am 04.05.1857 erläßt die Regierung von Oberbayern ein neues Körgegesetz. Als wesentliche Neuerung gegenüber der Verordnung von 1849 kommt ein Verbot der Turnushaltung von Zuchtstieren hinzu, mit dem man gegen die negativen Auswirkungen vorgeht, die diese Haltungsform für den Ernährungs- und Gesundheitszustand der Tiere nach sich zieht. Außerdem wird die Zahl der Kühe, für die ein Stier aufgestellt werden muß, auf 100 festgelegt. Es dürfen ab jetzt nur mehr Stiere eingekreuzt werden, die dem Viehschlag entsprechen. Die Überwachung des Gesetzes wird einer ehrenamtlichen Aufsichtskommission übertragen, die vom Bürgermeister und zwei oder drei ausgewählten, sachverständigen Mitgliedern besetzt wird.

Im Jahre 1868 wird in Ohlstadt die erste Genossenschaft zur Zuchtbullenhaltung gegründet. Um 1870 werden in Ohlstadt, wo trotz seiner Zugehörigkeit zum Bezirk Garmisch nicht Altwerdenfelser Vieh, sondern der schwerere Murnauer Schlag gezüchtet wird, schwere Graubündner Stiere eingekreuzt, die vom Kloster Stamms im oberen Inntal, nahe Innsbruck bezogen werden. In Murnau werden zu dieser Zeit Allgäuer und Montafoner Kühe und Stiere zur Zucht eingesetzt, MAY (1872b). Im Garmischer Bezirk werden um 1870 Montafoner und Graubündner Stiere einge-

kreuzt. Man erwartet dadurch einen stärkeren Rahmen, eine Verbesserung der Hinterhand und ein geräumigeres Becken, MAYRWIESER (1883).

Unter Verfolgung eines gemeinsamen Zuchtzieles, das man aus den Erwartungen, die man bezüglich der Einkreuzungsergebnisse hegt, erkennen kann, macht die Murnau-Werdenfelser Zucht in kurzer Zeit sehr große Fortschritte. Unterstützend wirken dabei sicher die Körgesetze, die finanzielle Unterstützung durch die Regierung und die züchterische Aufklärung durch den Landwirtschaftlichen Verein. Förderlich sind auch auch die jetzt laufend gegründeten Genossenschaften zur Zuchtbullenhaltung und die ab 1870 eingerichteten Stammzuchtbezirke.

Die Laktationsleistung der Murnau-Werdenfelser liegt zu dieser Zeit etwa bei 2000 Litern und steht der des Allgäuer Viehs in nichts nach. In der Fleischleistung sind sie sowohl bezüglich tägliche Zunahme als auch bezüglich Fleischqualität den Allgäuern überlegen, was sich auch in besseren Schlachtviehpreisen ausdrückt. In der Eignung zur Arbeitsleistung sind die Murnau-Werdenfelser allen anderen Rassen überlegen. Die schweren Ochsen werden wegen ihres leichten, raschen Ganges, ihrer großen Trittsicherheit, ihrer Ausdauer und Kraft überall denen anderer Rassen vorgezogen und teuer bezahlt, MAYRWIESER (1883).

Die von den sich als zu anspruchsvoll erwiesenen Allgäuern und Miesbachern enttäuschten Landwirte im Norden des Murnau-Werdenfelser Zuchtgebietes werden auf den sich gut entwickelnden Murnau-Werdenfelser Stamm aufmerksam. Innerhalb weniger Jahre breitet sich der Murnau-Werdenfelser Viehschlag weit über den Bezirk Garmisch vor allem nach Norden aus. Im Jahre 1883 hat sich das Gebiet, in dem Murnau-Werdenfelser Vieh gehalten wird, mehr als verdoppelt. Die nördliche Grenze verläuft jetzt auf einer Geraden, die man von Landsberg über das Südufer des Ammersees und des Starnbergersees zieht. In ganz Südwest-Oberbayern bis auf die Gegend direkt um Schongau und um Weilheim wird jetzt Murnau-Werdenfelser Vieh gezüchtet, N.N. (1898). Noch im Jahre 1885 wurden im Gebiet Weilheim und Garmisch 25128 Murnau-Werdenfelser gezählt, HOFFMANN (1963). Im Jahre 1897 wird die Gesamtzahl der Murnau-Werdenfelser schon auf 61896 Tiere beziffert, SÜSSKIND (1908).

Von 1892 - 1900 sinkt die Zahl der Murnau-Werdenfelser im Bezirk Garmisch von 9128 Tieren auf 8277 Tiere ab, LORZ (1925). Während dieser Zeit wird aus dem Garmischer Bezirk alles, was zur Verfügung steht, zur Zucht verkauft. Eine Selektion kann nicht mehr durchgeführt werden. Wegen des mangelnden Nachwuchses von Zuchtstieren aus den eigenen Reihen wird immer wieder fremdes Stiermaterial - auch solches, das dem derzeitigen Zuchtziel nicht dienlich ist, eingeführt, SÜSSKIND (1908). In besonders starkem Umfang wird das im neu hinzugekommenen Zuchtgebiet gehandhabt.

In der Starnberger Gegend werden Ellinger und Franken Bullen eingekreuzt. Im Jahre 1892 wurden neben 496 Murnau-Werdenfelser Bullen 126 Ellinger Bullen zum Einsatz in der Murnau-Werdenfelser Zucht angekört. Dieser Viehschlag war nach SÜSSKIND (1908) mit mehr gravierenden Fehlern behaftet als das Murnau-Werdenfelser Vieh und somit nicht geeignet, die Qualität der Murnau-Werdenfelser zu verbessern.

Das neue Körgesetz vom 5. April 1888 ist auch nicht dazu geeignet, die Murnau-Werdenfelser Zucht zu heben. Darin unterliegen nämlich nur die Bullen, die zum Decken fremder Kühe verwendet werden, dem Körzwang. Außerdem wird dadurch die gemeindliche Bullenhaltung abgeschafft, was besonders im Weilheimer Gebiet wieder häufig zur Turnushaltung von Zuchtbullen führt. Auf Grund der geringen Deckgebühren sind die Landwirte auch jetzt noch nicht geneigt, die Deckbullen lange über das Wachstumsalter hinaus zu halten, sondern die Bullen werden meist schon im Alter von drei Jahren zum Schlachten geführt, LORZ (1925). Diese Maßnahmen wirken sich einschneidend auf die Qualität der Deckbullen aus, denn auf Grund der kurzen Haltungszeit der Deckbullen müssen viele Tiere angekört werden. Die Selektion kann nicht so streng durchgeführt werden, wie das für einen raschen Zuchtfortschritt nötig wäre.

Die Wirtschaftsverhältnisse im Garmischer Zuchtgebiet sind zu Beginn des 20. Jahrhunderts der Murnau-Werdenfelser Zucht nicht besonders dienlich. Wegen des starken Fremdenverkehrs in dieser Gegend werden für Milch, Milchprodukte und Fleisch hohe Preise bezahlt, während für Zuchtprodukte im Garmischer Gebiet kein Markt vorhanden ist. Zuchtvieh wird in Schongau, Landsberg und in kleinerem Maße auch in Murnau vermarktet, SÜSSKIND (1908). Zugochsen lassen sich hingegen problemlos absetzen.

Die schlechte Futtergrundlage in der Garmischer Gegend verhindert eine gute Bullenaufzucht. Die Vernachlässigung der eigenen Bullennachzucht wirkt sich in einer Unausgeglichenheit von Form und Farbe aus. BÄRLEHNER (1923). Im Bewußtsein, daß dies der Rasse nicht dienlich sein kann, wird die Gründung eines Zuchtverbandes erstrebt, wie er in der Allgäuer Herdbuchgesellschaft und im Miesbacher Zuchtverband bereits vorliegt. Der erste Versuch, einen Zuchtverband im heutigen Zuchtgebiet der Murnau-Werdenfelser zu gründen, wird am 9. März 1896 unternommen.

Wegen unterschiedlicher Auffassungen über die einzuschlagende Zucht-richtung endet die damalige Begegnung von Vertretern der verschiedenen Landwirtschaftsvereine jedoch ergebnislos. Am 7. Januar 1901 wird jedoch in einem zweiten Anlauf der Zuchtverband für einfarbiges Gebirgs-
vieh in Oberbayern gegründet. Seinen Sitz hat dieser Verein in Weilheim. Zweck des Verbandes ist die Förderung von Zucht, Leistung und Absatz des einfarbigen Gebirgsviehschlages, der Braunvieh und Murnau-Werdenfelser umfaßt. Der Tierarzt Paul Süßkind wird als Zuchtinspektor angestellt.

Nach BÄRLEHNER (1941) ist es entgegen der Aussage bei der Gründung tatsächlich Aufgabe des neugegründeten Verbandes, "die graubraune Zuchtrichtung zu fördern und im Zuchtgebiet so weit vorzutreiben, daß sie ausschließlich vorherrschend wird und die übrigen Rassen (Fleckvieh, Murnau-Werdenfelser und Bayerisches Landvieh) verdrängt." Bereits in der Einleitung schreibt er: "Neben den Schwierigkeiten, die also in der Verbesserung der graubraunen Rasse durch Fehlen guter Stiere, vorbildlicher Betriebe usw. von vorneherein bestanden, mußte die Führung dieses neuen Verbandes auch noch den Kampf gegen die zwei anderen schon und noch vorhandenen Rassen aufnehmen und diesen gegen deren oft begeisterte Anhänger führen." Dieses Ziel verfolgend arbeitet die Führung in Person des Tierzuchtinspektors Süßkind auch sehr konsequent. Er plädiert unaufhörlich und eindringlich für eine Durchkreuzung der Murnau-Werdenfelser mit Bullen des graubraunen Gebirgs-
viehschlages, SÜSSKIND (1908).

Die Landwirte befürchten, daß aus dieser Durchkreuzung eine Verdräng-

ungskreuzung werden könnte und widersetzen sich zum größten Teil diesen Aufforderungen. Im Jahre 1905 kommen trotzdem in den Bezirken Garmisch und Weilheim graubraune Bullen aus der Schweiz zum Deckeinsatz, und im Jahre 1912 werden in Ohlstadt Schweizer Braunviehbullen eingekreuzt. LORZ (1925).

Im Jahre 1912 wird der Zuchtverbandshof Dietlhofen erworben. Dort werden von den Landwirten gekaufte Stierkälber bester Abstammung versammelt und unter optimalen Bedingungen aufgezogen, um dann als angekörte Deckbullen wieder an die Landwirte verkauft zu werden. Mit dieser Maßnahme soll das ewige Leid der mangelnden Zahl geeigneter Deckbullen bekämpft werden.

Auf diesem Verbandshof findet aber kein einziges Murnau-Werdenfelser Stierkalb Aufnahme, was allein auf der Haltung der Verbandsleitung beruht und nicht geeignet ist, das Mißtrauen, das die Murnau-Werdenfelser Züchter gegen den Zuchtverband hegen, zu beseitigen. Wegen dieses Mißtrauens treten auch nur wenige Züchter als Mitglieder in den Verband ein. Im Jahre 1905 sind 19 Murnau-Werdenfelser Züchter aus einer Zuchtgenossenschaft mit 50 Herdbuchtieren dem Verband angeschlossen. Diese Mitgliederzahl erhöht sich bis 1925 nicht, LORZ (1925).

Im Jahre 1926 bilden die Allgäuer Herdbuchgesellschaft, der Württembergische Braunviehzuchtverband und der Weilheimer Zuchtverband eine Arbeitsgemeinschaft zum Zwecke der Förderung der Zucht und des Absatzes des graubraunen Höhenviehs und zum Austausch von Zuchttieren. Die Murnau-Werdenfelser erfahren hierdurch keine Förderung. In diesem Jahre wird auch der Zuchtverband für Fleckvieh in Oberbayern mit Sitz in Weilheim gegründet.

Ein Jahr später wird auf Drängen der Murnau-Werdenfelser Züchter von ihrem Zuchtverband eine Kommission zur Prüfung der Erhaltungswürdigkeit der Murnau-Werdenfelser bestellt, die am 26. und 27. April 1927 das Zuchtgebiet bereist. Auf Grund der Berichte und Empfehlungen der Kommission wird die Erhaltung der Rasse, die damals noch 30000 Tiere umfaßt, beschlossen. Der Zuchtverband für einfarbiges Gebirgsvieh wird in zwei Abteilungen mit gleichem Vorstand und gleicher Geschäftsführung gegliedert. Die Abteilung A bearbeitet das graubraune Höhenvieh, die Abteilung B ist für die Murnau-Werdenfelser zuständig.

Im Jahre 1927 wird bei 42 Abschlüssen in fünf Betrieben eine Durchschnittsleistung von 2865 Kg Milch bei den Murnau-Werdenfelsern ermittelt. Das Fleckvieh im Weilheimer Zuchtverband hat zum Vergleich bei 366 Abschlüssen in 26 Betrieben nur eine Durchschnittsleistung von 2690 kg Milch, KLING (1976). In den folgenden Jahren erfährt die Murnau-Werdenfelser Zucht einen Aufschwung. Es treten viele Züchter dem Zuchtverband bei, und Zuchtgenossenschaften werden gegründet. Die Züchter erhalten eine bessere Betreuung durch den Zuchtverband. Im Oktober 1937 wird Murbodner Vieh für Einkreuzungsversuche eingeführt, BÄRLEHNER (1941).

Am 30.12.1952 wird der Zuchtverband für das Murnau-Werdenfelser Vieh gegründet. Die Gesamtzahl an Murnau-Werdenfelsern schätzt man damals auf ca. 20000 Tiere. In den folgenden 10 Jahren wird die Zahl der Murnau-Werdenfelser rapide dezimiert. Im Jahre 1962 wird die Gesamtzahl der Murnau-Werdenfelser auf ca. 6570 Tiere geschätzt. Verantwortlich dafür wird die während dieser Zeit durchgeführte Tuberkulose- und Brucellosebekämpfung gemacht, HOFFMANN (1963). Im Jahre 1963 wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstmals eine Aufzuchtprämie für die Murnau-Werdenfelser gewährt.

Doch bereits im Januar 1968 stellt KLING fest, daß die Murnau-Werdenfelser Rasse nicht mehr zu halten sei. Es wird zur Verkürzung der für die Landwirte ungünstigen Übergangszeit die Verdrängungskreuzung mit Braunvieh vorgeschlagen. Im Beschluß des Verbandsausschusses wird veröffentlicht, daß weibliche Tiere der 1. Kreuzungsgeneration Braunvieh X Murnau-Werdenfelser auf dem Zuchtviehmarkt innerhalb der Murnau-Werdenfelser zugelassen werden. Am 27. November dieses Jahres wird auf einer Ausschußsitzung der Weilheimer Zuchtverbände ein Zuschuß vom Landwirtschaftsministerium zur Umstellung von Murnau-Werdenfelsern auf andere Rassen in Aussicht gestellt und ab 1.1.1969 bewilligt.

Von 1965 - 1980 wird die Zahl der Murnau-Werdenfelser weiterhin stark reduziert. Aus Tabelle 1, in der die Zahl der Herdbuchtiere der drei konkurrierenden Rassen über mehrere Jahre verglichen wird, läßt sich die wachsende Bedrohung der Murnau-Werdenfelser ablesen. Seit 1975 wird von staatlicher Seite intensiv an der Erhaltung der Murnau-Werdenfelser gearbeitet.

Am 10. März 1986 wird nach Besichtigung von vier Betrieben auf einer Sitzung zur Erhaltung der Murnau-Werdenfelser die von Kling zur Bekämpfung festgestellter Inzuchtdepression geforderte Einkreuzung von Tarentaise Sperma in kleinem Umfang bewilligt. Um der Blutlinienverengung entgegenzutreten, wird auch der Einsatz von Bullen aus der Landeszucht in Erwägung gezogen.

Im April 1986 wird der Gesamtbestand der Murnau-Werdenfelser auf 526 Tiere beziffert. Darin sind 239 Kühe enthalten. Diese Tiere sind auf 74 Betriebe verteilt, SCHEDEL (1987). 1985 wurden von 41 Kühen in drei Herdbuchbetrieben im Durchschnitt 3954 kg Milch mit 147 kg Fett (3,73 %) und 130 kg Eiweiß (3,28 %) ermolken. Zur gleichen Zeit liegt beim Fleckvieh der Durchschnitt der Herdbuchbetriebe des Garmischer Bezirkes bei 4987 kg Milch mit 189 kg Fett und beim Braunvieh bei 5018 kg Milch mit 191 kg Fett, (Stand 30.09.1985). Da alle Murnau-Werdenfelser Zuchtbetriebe im Garmischer Bezirk liegen und in diesem Bezirk bei Fleckvieh und Braunvieh niedrigere Milchleistungen erzielt werden als im Gesamtgebiet der Weilheimer Zuchtverbände, werden zum direkten Vergleich der Milchleistungen nur die Betriebe aus dem Bezirk Garmisch herangezogen.

In Tabelle 2a sind die Milchleistungsprüfungsergebnisse aus dem Gesamtgebiet der Weilheimer Zuchtverbände zusammengestellt, in Tabelle 2b die aus dem Garmischer Bezirk. Tabelle 3 enthält einen Überblick der Literatur über Einkreuzungen in die Murnau-Werdenfelser Population.

Tab. 1: Entwicklung des Herdbuchkuhbestandes von Fleckvieh, Braunvieh und Murnau-Werdenfelsen in den Weilheimer Zuchtverbänden

Jahr	Fleckvieh	Braunvieh	Murnau-W.
1930	862	3458	272
1950	5252	8814	1811
1960	6445	8116	1350
1965	8036	10032	1337
1970	10296	12344	946
1975	15778	15716	90
1980	21675	19888	12
1985	25024	23893	56

Tab. 2a: Entwicklung der Milchleistung von Fleckvieh, Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern in Herdbuchbetrieben der Weilheimer Zuchtverbände

Jahr	Fleckvieh		Braunvieh		Murnau-Werdenfelser	
	Milch kg	Fett kg	Milch kg	Fett kg	Milch kg	Fett kg
1927	2690		2701		2865	
1930	2916	111	3030	114	2876	109
1950	3236	125	3387	126	3057	116
1960	3769	150	3688	142	3373	130
1970	4455	179	4361	174	3879	150
1975	4577	182	4483	176	4148	158
1980	5104	202	5080	198	3630	139
1983	5271	206	5251	202	4239	159
1985	5112	199	5131	199	3883	142

Tab. 2b: Milchleistung von Fleckvieh, Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern in Herdbuchbetrieben des Landkreises Garmisch-Partenkirchen in den letzten drei Jahren.

Jahr	Fleckvieh		Braunvieh		Murnau-Werdenfelser	
	Milch kg	Fett kg	Milch kg	Fett kg	Milch kg	Fett kg
1983	5107	195	5205	200	4239	159
1984	5008	195	5094	199	3737	143
1985	4987	189	5018	191	3883	142

Tab. 3: Einkreuzungen bei den Murnau-Werdenfelsern

Jahr	Rasse	Ort	Zuchtziel	Quelle
1851	Allgäuer Stiere	Ober- und Unterammerngau	Kräftigung des Körperbaus, insbes. der Nachhand und Steigerung d. Milchleistung	N.N. (1851)
1870	Graubündner Stiere Allgäuer Kühe+Stiere Montafoner Kühe+Stiere	Ohlstadt Murnau Murnau		MAY (1873)
	Montafoner Stiere Graubündner Stiere	Bez. Garmisch	stärkerer Rahmen; Verbesserung d. Nachhand geräumigeres Becken	MAYRWIESER (1883)
um 1892	Ellinger Stiere(126) Franken	Starnberger Gegend	Gelbe Farbe und bessere Bemuskulung	SÜSSKIND (1908)
1905 1912	Schweizer Braunvieh Stiere	Garmisch Ohlstadt		LORZ (1925)
1937	Murbodner	Zuchtgebiet		BÄRLEHNER (1941)
1969	Allgäuer Braunvieh	Zuchtgebiet	Verdrängung der Murnau- Werdenfelser	Protokoll Mitgl.vers.
1986	Tarentaise	Zuchtgebiet	Bekämpfung festgestellter Inzuchtdepression	mündliche Information

3.4 Maßnahmen zur Erhaltung der Murnau-Werdenfelser

Im Jahre 1963 werden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Aufzuchtprämien für am Weilheimer Markt verkaufte Murnau-Werdenfelser Kalbinnen (100.- DM) und Kühe (200.- DM) gewährt. Seit 1975 wird von diesem Ministerium eine Spermaabank aufgebaut, die im Mai 1985 aus 4977 Spermaportionen von 7 Bullen bestand. Ebenfalls 1975 hat man begonnen, eine staatseigene Murnau-Werdenfelser Herde aufzubauen. Sie wird momentan als Mutterkuhherde in Acheleschweig, einer Außenstelle des Haupt- und Landgestütes Schwaiganger gehalten und umfaßte am 14.10.1986 45 Tiere.

Seit 1982 werden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten an Vertragsbetriebe, die sich verpflichtet haben, für eine Laufzeit von 10 Jahren Murnau-Werdenfelser rein zu züchten, bis zu einer maximalen Haltungszahl von 20 Kühen 125.- DM jährlich für jede Kuh bezahlt. Im Oktober 1986 standen 92 Kühe aus 8 Betrieben unter Vertrag. Für jede gezielte Paarung, die auf Empfehlung des Tierzuchtamtes Weilheim durchgeführt wird, wird eine Prämie von 150.- DM gezahlt. Bis 1986 wurden jährlich maximal 10 Paarungsprämien bewilligt. Ab 1986 ist die Zahl der jährlichen Paarungsprämien auf 30 erhöht worden. Für Bullen aus gezielter Paarung wird, wenn sie zur Körung vorgestellt werden, eine Körprämie von 400.- DM bezahlt. Die Milchleistungsprüfungsgebühren für Murnau-Werdenfelser sind um 50 % ermäßigt.

Seit 1980 wird durch das Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München eine Embryobank von den Murnau-Werdenfelsern angelegt. Im Jahre 1984 gingen 27 Embryonen an die Besamungsstationen Grub und Greifenberg zur Lagerung über. Die im Jahre 1982 gegründete Gesellschaft zur Erhaltung alter und bedrohter Haustierrassen e.V. setzt sich mit Werbeartikeln in ihrer Zeitschrift, als Kontaktadresse für Käufer und Verkäufer, durch Bestandserhebungen und nicht zuletzt durch Halten kleiner Herden von Seiten einzelner Mitglieder des Vereins intensiv für die Erhaltung der Rasse in lebender Form ein.

4 Versuche zur Erstellung einer Embryobank

4.1 Material und Methoden

Für die Untersuchungen zur Erstellung und Reaktivierung einer Embryobank und zur Ermittlung der hierbei erreichbaren Erfolgsraten, wurden Empfängertiere am Lehr- und Versuchsgut der Tierärztlichen Fakultät in Oberschleißheim gehalten. Geräte und Verbrauchsmaterial wurden vom Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München bereitgestellt. Die eingesetzten Methoden des Embryotransfers waren in mehrjähriger Anwendung erprobt.

4.1.1 Tiermaterial

Die Tiere, die zur Gewinnung von Embryonen dienten, werden vier verschiedenen Gruppen zugeordnet. Von zwei Gruppen wird eine Genreserve angelegt und die übrigen Gruppen dienen als Vergleich.

1. Die Gruppe Murnau-Werdenfelser (MW) beinhaltet alle Murnau-Werdenfelser Kühe, die in der Zeit zwischen Februar 1980 und September 1985 zur Embryogewinnung für die Anlage einer Genreserve bereitstanden. Elf Kühe wurden zur Embryogewinnung von privaten Landwirten, zehn Murnau-Werdenfelser Kühe wurden vom Bayerischen Haupt- und Landgestüt Schwaiganger zur Verfügung gestellt. Zwei Murnau-Werdenfelser Kühe wurden vom Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim für die Embryogewinnung aufgekauft.

2. Von zwei Pustertaler Kühen, die im Besitz des Lehr- und Versuchsgutes standen, wurden ebenfalls Embryonen zur Anlage einer Genreserve gewonnen (Gruppe Pustertaler Sprinzen (PS)).

3. In der Vergleichsgruppe (VGu), die aus Schlachttieren bestand, waren ungünstige Bedingungen vorhanden. Als Merzungsgründe wurden angegeben: Zu geringe Milchleistung, Zitzenverletzung, Hartmelkigkeit, schlechte Abstammung oder schlechte Handhabbarkeit. Von insgesamt zwanzig Merzkühen wurden unter den genannten, ungünstigen Bedingungen Embryonen gewonnen, aufgetaut und übertragen. Mit diesem Tiermaterial können die in der Endphase in kleinen Populationen auftretenden Bedingungen simuliert werden.

4. In einer weiteren Gruppe wurde das bei Gewinnung, Konservierung und Transfer von Export-Embryonen anfallende Datenmaterial eines Unternehmens, das Embryotransfer auf kommerzieller Basis durchführt, zusammengefaßt. Hierbei lagen für Embryogewinnung und -transfer optimale Voraussetzungen vor. Das Datenmaterial diente als Vergleichsgruppe unter günstigen Bedingungen (VGg), wie sie in der Regel in Embryotransfer-Serviceprogrammen vorliegen.

Als Empfänger wurden von September 1985 bis Juli 1986 dreiunddreißig Mastkalbinnen der Rasse Fleckvieh aus Privatbesitz und sechs Kalbinnen aus der Holstein-Friesian Herde des Lehr- und Versuchsgutes verwendet. Die Tiere standen während des gesamten Untersuchungszeitraumes am Lehr- und Versuchsgut.

Nach klinischer Erkrankung eines Leih-tieres an IBR/IPV (Erregernachweis) wurden alle geliehenen Tiere am 2.12.1985 und am 17.1.1986 mit einer Lebendvakzine aktiv gegen IBR/IPV immunisiert.

Alle Leih-tiere und die angekauften Murnau-Werdenfelser Kühe wurden im Laufstall auf Tiefstreu gehalten. Die Pustertaler Sprinzen standen in Grabner-Anbindung auf Gummimatten, und die Empfänger aus der Herde des LVG standen gruppenweise in Buchten auf Vollspaltenboden. Die Fütterung am LVG besteht aus Heu, Maissilage und Getreideschrot.

4.1.2 Vorbereitung der Spendertiere

Um zur Embryogewinnung ungeeignete Tiere erkennen und aussondern zu können, wurden alle als Spender vorgesehenen Tiere, die am LVG standen, im Abstand von 11 Tagen zweimal gynäkologisch untersucht. Zudem wurde die Brunstüberwachung intensiv durchgeführt. An den Tieren, die auf den Höfen der Besitzer verblieben, wurde die Eignung zur Embryogewinnung durch gynäkologische Untersuchung bei gemeldeter Brunst und durch Erhebung eines Vorberichtes festgestellt. Dieser umfaßte neben allgemeinen Angaben über Gesundheitszustand und Identität der Tiere die Zahl der Kalbungen, den Verlauf der letzten Geburt, des anschließenden Puerperiums und Angaben über die Zyklusfolge.

Tiere, die geeignet erschienen, wurden zwischen Tag 9 und Tag 13 nach der letzten Brunst durch einmalige, intramuskuläre Injektion (Kruppe) von Pregnant Mares Serum Gonadotropin (PMSG) in gewichts- und altersabhängiger Dosierung von 2500 - 3500 I.E. pro Tier stimuliert. Bei mehrmaliger Stimulation eines Tieres wurde im Wechsel auch Follikel-stimulierendes Hormon (FSH-P, Burns-Biotec) in einer Gesamtdosis von 44 mg angewendet. Die Dosis wurde auf acht intramuskuläre Injektionen im Abstand von 12 Stunden beginnend am Zyklustag neun bis dreizehn nach stattgefundener Brunst verteilt.

48 Stunden nach der ersten Stimulationsbehandlung wurde durch einmalige intramuskuläre Injektion des $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Analogons Cloprostenol (Estrumate, ICI) in luteolytischer Dosis (2 ml Estrumate = 0,5 g Cloprostenol) eine Luteolyse durchgeführt.

96, 108 und 120 Stunden nach der ersten Stimulationsbehandlung wurden die Spender mit Tiefgefriersperma von Bullen mit nachgewiesener Fruchtbarkeit besamt. Das Sperma wurde im corpus uteri deponiert. Wenn PMSG zur Stimulation verwendet worden war, wurde mit der zweiten Besamung PMSG-Antiserum, das aus dem Blut eines gegen PMSG immunisierten Schafbockes gewonnen worden war, intravenös injiziert. Das PMSG-Antiserum wurde so dosiert, daß es mit Sicherheit mehr Antikörper enthielt, als zur Neutralisation der verabreichten PMSG-Dosis nötig gewesen wären.

4.1.3 Gewinnung der Embryonen

Elf Tage nach der ersten Stimulation wurde zur Gewinnung der Embryonen eine unblutige Uterusspülung nach der Methode von LAMPETER (1977) mit körperwarmem Spülmedium (Tab. 4) durchgeführt. Die unter dem Stereomikroskop (Wild M5) gefundenen Eizellen wurden nach dem Schema in Tabelle 5 qualitativ beurteilt.

In der Vergleichsgruppe mit günstigen Bedingungen (VGg) wurden nur als gut oder sehr gut beurteilte Embryonen für die Einlagerung vorgesehen. In ihr lag ein großes Angebot an Spendern vor, was die an Wirtschaftlichkeit und hohen Erfolgserwartungen orientierte strenge Auswahl unter den einzulagernden Embryonen ermöglichte.

In der ungünstigen Vergleichsgruppe (VGu) wurden zur Nachanmung der Situation einer stark bedrohten Rasse auch als mäßig beurteilte Embryonen für die Einlagerung in die Embryobank vorgesehen.

In den Gruppen Murnau-Werdenfelser (MW) und Pustertaler Sprinzen (PS) mußten wegen der geringen Zahl verfügbarer Spender hinsichtlich der Qualität der einzulagernden Embryonen Kompromisse gefunden werden. Von den Murnau-Werdenfelsern wurden neben als gut und sehr gut beurteilten Embryonen auch solche für die Einlagerung vorgesehen, die als mittel beurteilt wurden.

Von den Pustertaler Sprinzen wurden alle gefundenen Embryonen eingelagert. Da nur zwei Tiere zur Verfügung standen, wurden auch hier Embryonen mäßiger Qualität eingelagert.

Die Embryonen, die eingefroren werden sollten, wurden im Kulturmedium (Tab. 4) bei 37°C bis zum Start des Gefriervorganges gelagert.

Tab. 4: Die Zusammensetzung der verwendeten Medien

Spülmedium	= PBS (Dulbecco) + Penicillin (200000 I.E./l) + Streptomycinbase (250 mg/l)
Kulturmedium	= Spülmedium + 20 % fetales Kälberserum (FKS)
Gefriermedium 1	= Kulturmedium + DMSO (1,5 M)
Gefriermedium 2	= Kulturmedium + Glycerol (1,4 M)
Auftaumedium 1	= Kulturmedium + DMSO (1,5 M; 1,25 M; 1,0 M; 0,75 M; 0,5 M; 0,25 M)
Auftaumedium 2	= Kulturmedium + Glycerin (1,4 M; 0,7 M; 0,0 M) + Succrose (0,0 M; 0,7 M; 0,7 M)
Transfermedium	= Kulturmedium

Tab. 5: Schema der Embryobeurteilung

- sehr gut: entspricht genau dem erwarteten Entwicklungsstand;
durchscheinende gelbliche Färbung; Blastomeren einheitlich groß, fest an- und ineinander gebunden und keine teilweise oder ganz abgelösten Blastomeren;
Zona ohne Einstülpungen, rund und ohne Schmutzpartikel;
Embryo schwimmt nicht im Medium;
Weiterentwicklung nach einigen Stunden sichtbar.
- gut: entspricht in etwa dem erwarteten Entwicklungsstand;
Blastomeren einheitlich groß und maximal eine abgelöst;
Zona rund und ohne Schmutz;
Weiterentwicklung nach Stunden erkennbar.
- mittel: Entwicklungsstand bis zu 24 Stunden abweichend;
gelbliche Färbung mit dunklen Flecken in den Blastomeren;
Blastomerenverband fest mit einzelnen abgelösten Blastomeren und geringen Größenunterschieden;
Zona nicht ganz rund;
Weiterentwicklung nach wenigen Stunden nicht sichtbar.
- mäßig: entspricht nicht dem Entwicklungsstand;
dunkle, nicht mehr durchscheinende Färbung;
Blastomeren nicht fest verbunden, uneinheitlich groß und einzelne abgelöst;
Zona deformiert mit Schmutzpartikeln;
Weiterentwicklung in Kultur über 24 Std. nicht sichtbar.
- degeneriert: Blastomeren sehr uneinheitlich groß, mit lockerer Verbindung, einzelne aufgelöst;
dunkle bis schwarze Färbung;
Zona stark deformiert.
- tot: Totaler Zerfall der Blastomeren;
schwarze Färbung.

4.1.4 Einfrieren, Lagerung und Auftauen der Embryonen

Bis 1981 wurden die Embryonen mit dem Gefrierschutzmittel Dimethylsulf-oxid (DMSO, Tab. 4) unter Verwendung eines langsamen Tiefgefrierverfahrens eingefroren (Tab. 6). Man bediente sich dazu der Gefrieranlage Cryoson BV-4. Seit 1981 werden die Embryonen mit dem Gefrierschutzmittel Glycerol (Tab. 4) in einem schnellen Tiefgefrierverfahren modifiziert nach NIEMANN (1981) eingefroren, (Tab. 7). Hierzu wurde die rechnerge-steuerte Gefrieranlage Planer MR1/TC1 von Messer, Griesheim verwendet.

Tab. 6: Langsames Gefrier- und Auftauverfahren von Embryonen unter Verwendung von DMSO als Kryoprotektans

Tiefgefrieren:

1. Einsetzen der Embryonen in Gefriermedium 1 in vier Schritten mit Verweildauer von je 10 Minuten bei Raumtemperatur.
(DMSO Lösungen: 0,25 M; 0,50 M; 1,00 M; 1,50 M.)
2. Überführen der Embryonen mit Gefrierlösung in Ampullen.
3. Abkühlen des Gefriergutes durch direktes Überführen in ein Kühlbad mit der Temperatur von $-6,9^{\circ}\text{C}$; Verbleib: zwei Minuten.
4. Auslösung der Kristallisation bei $-6,9^{\circ}\text{C}$ durch Berühren mit in flüssigem Stickstoff stark unterkühlter Pinzette.
5. Verbringen des Gefriergutes in die Gefrierkammer bei $-6,9^{\circ}\text{C}$.
6. Abkühlen mit $0,1^{\circ}\text{C}/\text{Min}$ von $-6,9^{\circ}\text{C}$ auf -44°C .
7. Abkühlen mit $0,5^{\circ}\text{C}/\text{Min}$ von -44°C auf -60°C .
8. Abkühlen mit $1^{\circ}\text{C}/\text{Min}$ von -60°C auf -100°C .
9. Umsetzen in flüssigen Stickstoff (LN_2).

Auftauen:

1. Umsetzen der Ampulle von LN_2 in ein Gemisch aus LN_2 und Äthanol (9:1); Verbleib dort noch 15 Min. nach Verdampfen des gesamten LN_2 .
2. Umsetzen in ein Wasserbad bei $+30^{\circ}\text{C}$.
3. Ausverdünnung des DMSO in 6 Stufen mit je 10 Min. Verweildauer (DMSO-Lösungen: 1,5M; 1,25 M; 1,0 M; 0,75 M; 0,5 M; 0,25 M) und anschließendes Waschen in Kulturmedium bei Raumtemperatur.

Die eingefrorenen Embryonen wurden bis zum geplanten Transfertermin in flüssigem Stickstoff bei -196°C gelagert. Für Transfers benötigte Embryonen wurden entsprechend dem Einfrierverfahren schnell oder langsam aufgetaut, (Tab. 6 u. 7). DMSO wurde durch sinkende Konzentrationen in Ausverdünnungsreihen und durch mehrfaches Waschen in reinem Kulturmedium entfernt. Bei Anwendung von Glycerol als Gefrierschutzmittel wurde Succrose als Hilfsmittel zum Ausverdünnen angewendet. Die aufgetauten Embryonen wurden wiederum unter dem Stereomikroskop beurteilt.

Tab. 7: Schnelles Tiefgefrier und Auftauverfahren unter Verwendung von Glycerol als Kryoprotektans

Tiefgefrieren:

1. Einsetzen der Embryonen in Gefriermedium 2 bei Raumtemperatur; Verbleib: 10 Minuten.
2. Überführen der Embryonen mit Gefriermedium in Straws.
3. Abkühlen des Gefriergutes in der Gefrierkammer mit $1,0^{\circ}\text{C}/\text{Min}$ von $+20^{\circ}\text{C}$ auf -7°C .
4. Auslösung der Kristallisation bei -7°C durch Berührung mit in flüssigem Stickstoff stark unterkühlter Pinzette.
5. Abkühlen mit $0,3^{\circ}\text{C}/\text{Min}$ von -7°C auf -28°C .
6. Abkühlen mit $0,1^{\circ}\text{C}/\text{Min}$ von -28°C auf -35°C .
7. Abkühlen mit $1,0^{\circ}\text{C}/\text{Sec}$ von -35°C auf -60°C .
8. Umsetzen in flüssigen Stickstoff (LN_2).

Auftauen:

1. Umsetzen des Straw von LN_2 in $+30^{\circ}\text{C}$ warmes Wasser bis zum vollständigen Auftauen des Gefriergutes.
2. Entfernung des Glycerols in drei Stufen mit Hilfe von Succrose (Gly. 1,4 M; Gly. 0,7 M + Suc. 0,7 M; Suc. 0,7 M) und anschließendes Waschen in Kulturmedium; Verweildauer: jeweils 10 Min.

4.1.5 Vorbereitung der Empfängertiere

Die Empfängertiere standen unter regelmäßiger, intensiver Brunstüberwachung. Ihr Zyklus wurde am Tage der Aufstallung und 10 Tage später rektal kontrolliert. Tiere, die einen regelmäßigen Zyklus zeigten und bei denen keine Anomalien der Geschlechtsorgane vorlagen, wurden durch zweimalige intramuskuläre Gabe des $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Analogons Cloprostenol (Estrumate, ICI) im Abstand von elf Tagen und in einer Dosierung von 2 ml (= 0,5 g Cloprostenol) synchronisiert.

Nur die Tiere wurden als Empfänger ausgewählt, bei denen sieben Tage nach durch Luteolyse ausgelöster Brunst mittels rektaler Untersuchung der Ovarien ein corpus luteum festgestellt worden war, das dem erwarteten Zyklusstand entsprach.

4.1.6 Übertragung der Embryonen

In VGg wurden nur die Embryonen, die nach dem Auftauen gemäß dem Beurteilungsschema (Tab. 5) gut und sehr gut beurteilt worden waren für einen Transfer vorgesehen, während in den Gruppen MW und VGu auch die mittel beurteilten Embryonen transferiert wurden. Der Transfer erfolgte mit einem Transferkatheder nach LAMPETER (1980) unblutig, transcervical. Die Embryonen wurden in der zum palperten Gelbkörper ipsilateralen Uterushornspitze abgesetzt. Sofort nach dem Transfer wurde jedem Empfänger 0,3 mg Clenbuterolhydrochlorid (Planipart, Böhringer-Ingelheim) intramuskulär und 3000 I.E. HCG (Ekluton, Vemle) intravenös verabreicht. 14 Tage nach dem Transfer wurde der Progesteron Gehalt im Serum der Empfänger der Gruppen MW und VGu bestimmt. Sechs bis acht Wochen nach dem Transfer wurden rektale Trächtigkeitsuntersuchungen vorgenommen.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Auswahl der Spendertiere

Da sich aus gynäkologischen Gesichtspunkten nicht alle Kühe zur Gewinnung von Embryonen eignen, muß unter ihnen eine Auswahl getroffen werden. Bei den Spendertieren für die Anlage einer staatlichen Embryobank von der Murnau-Werdenfelser Rasse wurde bereits vor einer gynäkologischen Selektion eine gezielte Auswahl getroffen. Als Spender für diese Embryobank waren nur Herdbuchtiere vorgesehen. Im Jahre 1984 waren 43 Murnau-Werdenfelser Kühe ins Herdbuch eingetragen. Eine Erfassung der Gesamtkuhpopulation ist in diesem Jahr nicht vorgenommen worden. Im Mai 1986 wurden aber 239 Murnau-Werdenfelser Kühe gezählt, so daß angenommen werden kann, daß 1984 ca. 18 % der vorhandenen Kühe unter Milchleistungsprüfung standen. Von diesen 43 Herdbuchkühen wurden 13 Tiere nach der Abkalbung an das Embryo-Transfer-Team des Instituts für Tierzucht und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München, das mit der Durchführung der Embryogewinnung beauftragt war, gemeldet (Nennrate = 30,2 %). 10 dieser 13 Kühe wurden von den Besitzern zur Embryogewinnung bereitgestellt, (Bereitstellungsrate = 76,9 %). Nach gynäkologischer Untersuchung wurden aus dieser kleinen Gruppe innerhalb der Murnau-Werdenfelser-Gruppe sechs Kühe zur Embryogewinnung vorbereitet (60 %). Die gynäkologischen Auswahlraten der einzelnen Tiergruppen sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

Tab. 8: Quoten bei der Auswahl der Spender unter gynäkologischen Gesichtspunkten (VGu u. VGg bezeichnen zwei Vergleichsgruppen)

Untersuchungsgruppen	Genreserve		Vergleich	
	MW	PS	VGu	VGg
Anzahl verfügbarer Kühe (KV)	23	2	20	66
Anzahl stimulierter Kühe (KS)	19	2	15	29
Anzahl gespülter Kühe (KSP)	17	2	14	29
KS / KV (Eignungsrate)	0,83	1,00	0,75	0,44
KSP / KV	0,74	1,00	0,70	0,44
KSP / KS	0,89	1,00	0,93	1,00

4.2.2 Stimulation, Embryogewinnung und Embryokonservierung

Die Stimations-, Spül- und Konservierungsergebnisse der einzelnen Tiergruppen wurden unter verschiedenen Voraussetzungen (Tiermaterial) und mit verschiedener Zielsetzung (Vergleich günstiger und ungünstiger Bedingungen mit denen der Genreserve) erzielt. Sie sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tab. 9: Zahl der stimulierten Tiere, der Stimulationen, der Spülungen, der erfolgreichen Spülungen*, der corpora lutea, der Eizellen und der tiefgefrorenen Embryonen für die einzelnen Tiergruppen

		Genreserve		Vergleich	
		MW	PS	VGu	VGg
Anz. stimulierter Kühe	KS	19	2	35	29
Anz. Stimulationen	ST	28	6	42	32
Anz. Spülungen	SP	23	6	40	31
Anz. erfolgreicher SP	SPe	23	5	36	31
Anz. corpora lutea	CL	345	40	504	316
Anz. Eizellen	EZ	199	11	226	347
Anz. tiefgefrierbarer Embr.	EF	88	11	102	96

* Eine Spülung wird als erfolgreich bezeichnet, wenn mindestens eine Eizelle gefunden wurde.

In der Gruppe der Murnau-Werdenfelser (Genreserve) wurden Kühe im Alter von 2,5 bis 14 Jahren jeweils nach der letzten Kalbung zur Spülung vorbereitet. Die beiden Pustertaler Sprinzen (Genreserve) waren zur Zeit der Embrogewinnung 10 bzw 14 Jahre alt. In der VGu (Vergleichsgruppe unter ungünstigen Bedingungen) wurden Färsen und Kühe mit einem Alter bis zu 5 Jahren vorbereitet. Bei den Tieren dieser Gruppe, die schon gekalbt hatten, lag die Kalbung zum Zeitpunkt der Spülung schon länger als ein halbes Jahr zurück. In der VGg (Vergleichsgruppe unter günstigen Bedingungen, kommerzielle Verwendung) wurden nur Kühe zwischen Tag 40 und 70 nach der letzten Kalbung stimuliert.

In allen vier Gruppen wurden einzelne Tiere mehrfach stimuliert. Die Stimulationshäufigkeit ist in Tabelle 10 beschrieben.

Tab. 10: Stimulationshäufigkeit in den verschiedenen Tiergruppen

		Genreserve		Vergleich	
		MW	PS	VGu	VGg
Anzahl stimulierter Kühe	KS	19	2	35	29
Anzahl Stimulationen	ST	28	6	42	32
Anzahl der Kühe	1x stimuliert	15	0	28	27
	2x stimuliert	2	0	7	1
	3x stimuliert	1	2	0	1
	6x stimuliert	1	0	0	0
Mehrfachstimulationsrate	ST / KS	1,47	3,00	1,20	1,10

Beide Pustertaler Sprinzen wurden mehrfach stimuliert, während in den anderen Gruppen nur einzelne Tiere mehrfach stimuliert wurden. In der Gruppe der Murnau-Werdenfelser wurde ein Tier sechsmal stimuliert. Die Stimulationserfolgsraten sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tab. 11: Stimulationserfolgsraten in den einzelnen Tiergruppen

		Genreserve		Vergleich	
		MW	PS	VGu	VGg
Anzahl d. Stimulationen (ST) = (n)		28	6	42	32
Anz. d. Spülungen (SP)	pro ST	0,82	1,00	0,95	0,97
Anz. erfolgreicher SP	pro ST	0,82	0,83	0,86	0,97
Anz. d. Corpora lutea	pro ST	12,6	6,7	12,0	9,9
Anz. d. Eizellen (EZ)	pro ST	7,1	1,8	5,4	10,8
Anz. tiefgefrorener EZ	pro ST	3,1	1,8	2,4	3,0

Bei den Pustertaler Sprinzen wurde nach jeder Stimulation eine Spülung durchgeführt, während bei den Murnau-Werdenfelsern nach 18 % der Stimulationen keine Spülung erfolgte. Ursache für diesen Ausfall waren zwei Fehlstimulationen, bei zwei Tieren war die Cervix nicht passierbar und ein Tier ließ sich zur Spülung nicht fixieren. In den Vergleichsgruppen mit ungünstigen und mit günstigen Bedingungen folgte auf 5 % bzw 3 % der Stimulationen keine Spülung. Bei VGu waren zwei Tiere wegen zystischer Entartung der Ovarien ausgefallen. Über die Ausfallsursachen bei VGg liegen keine Informationen vor.

In Tabelle 12 ist der Stimulationserfolg in Abhängigkeit von der Stimulationshäufigkeit dargestellt.

Tab. 12: Zahl der Eizellen (EZ) und der tiefgefrorenen Embryonen (EF) pro Stimulation (ST) und Gefriertauglichkeitsrate in Abhängigkeit von der Stimulationshäufigkeit in den einzelnen Tiergruppen

	Genreserve				Vergleich			
	MW		PS		VGu		VGg	
Stimulationshäufigkeit d. Tiere	1x	mm*	1x	mm*	1x	mm*	1x	mm*
ST (n)	15	13	0	6	29	14	27	5
EZ / ST	7,8	6,3	0	1,8	4,4	7,4	10,5	12,2
EF / ST	3,6	2,6	0	1,8	1,4	4,6	2,5	5,9
EF / EZ	0,46	0,41	0	1,0	0,31	0,61	0,23	0,47

mm* = mehrmals stimulierte Tiere

In den Vergleichsgruppen wurden bei mehrmals stimulierten Tieren mehr Eizellen und mehr gefriertaugliche Embryonen bei höherer Gefriertauglichkeitsrate gefunden als bei Tieren, die nur einmal stimuliert wurden. Bei der Gruppe Murnau-Werdenfelser ist das Verhältnis umgekehrt. Die Ergebnisse konnten wegen der geringen Tierzahlen und der biologisch bedingten individuellen Variation statistisch nicht abgesichert werden.

Die Erfolgsraten bei der Embryogewinnung wurden durch Vergleich der Spülergebnisse mit der Zahl der Spülungen, der erfolgreichen Spülungen und der rektal festgestellten Anzahl der corpora lutea errechnet. Sie sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tab. 13: Erfolgsraten bei der Embryogewinnung in den einzelnen Tiergruppen

	Genreserve		Vergleich	
	MW	PS	VGu	VGg
Anzahl d. Spülungen (SP) n	23	6	40	31
erfolgreiche SP (SPe) pro SP	1,00	0,83	0,90	1,00
Corpora lutea (CL) pro SP	15,4	6,7	12,6	10,2
Anzahl Eizellen (EZ) pro SP	8,7	1,8	5,6	11,2
CL pro SPe	15,4	8,0	14,0	10,2
EZ pro SPe	8,7	2,2	6,3	11,2
EZ pro CL	0,56	0,28	0,45	1,09

In der Gruppe Murnau-Werdenfelser und in der Vergleichsgruppe mit günstigen Bedingungen wurden bei allen Spülungen Eizellen gefunden. Die Zählung der corpora lutea wurde in der Vergleichsgruppe mit günstigen Bedingungen sehr vorsichtig vorgenommen. Es wurden mehr Eizellen gefunden, als Gelbkörper rektal festgestellt worden sind. Hier wurden die besten Spülergebnisse (EZ/SP; EZ/SPe; EZ/CL) erzielt. Bei der Gruppe Pustertaler Sprinzen wurden nach schlechten Reaktionen (6,7 CL/SP) die schlechtesten Ergebnisse erzielt.

Alle Embryonen, die nach dem in Tabelle 5 dargestellten Beurteilungsschema sehr gut oder gut beurteilt worden sind, wurden eingefroren. In der Gruppe MW wurden auch als mittel beurteilte, in den Gruppen PS und VGu auch als mittel und mäßig beurteilte Embryonen eingefroren. In Tabelle 14 ist die Ausbeute bei der Gewinnung tiefgefriertauglicher Embryonen beschrieben.

Tab. 14: Erfolgsraten bei der Gewinnung tiefgefriertauglicher Embryonen (EF) in EF oro Stimulation (ST), Spülung (SP), erfolgreiche Spülung (SPe), corpus luteum (CL) und Eizelle (EZ).

	Genreserve		Vergleich	
	MW	PS	VGu	VGg
EF (n)	88	11	102	96
EF / ST	3,1	1,3	2,4	3,0
EF / SP	3,8	1,8	2,5	3,1
EF / SPe	3,8	2,2	2,8	3,1
EF / CL	0,25	0,27	0,20	0,30
EF / EZ	0,44	1,00	0,45	0,28

Die eingefrorenen Embryonen von den Murnau-Werdenfelsern sind in 18 Spülungen an 13 verschiedenen Kühen gewonnen worden. Aus fünf Spülungen an zwei Pustertaler Kühen stammen die eingelagerten Embryonen dieser Rasse. 102 tiefgefrierbare Embryonen wurden bei 21 Spülungen an 17 Tieren aus VGu gewonnen und 96 Embryonen wurden tiefgefroren, die in 17 Spülungen an 15 Kühen aus VGg gewonnen worden waren.

4.2.3 Auftauen und Transfer der Embryonen

Ein Teil der eingefrorenen Embryonen aus VGu und VGg und ein Teil der Murnau-Werdenfelser Embryonen wurden aus der Embryobank ausgelagert, während von den Pustertalern alle eingelagerten Embryonen in der Genreserve verblieben. Die aufzutauenden Embryonen wurden zufällig ausgewählt. Bei den Murnau-Werdenfelsern wurden nur solche Embryonen aufgetaut, die unter Verwendung des Gefrierschutzmittels DMSO eingefroren worden waren. In VGu wurden alle Embryonen, die aus Leihtieren gewonnen worden waren, aufgetaut. Alle ausgewählten Straws und Ampullen

wurden unbeschädigt aus dem Stickstoffbehälter entnommen. In allen Straws bzw. Amoullien wurde die dem Gefrierprotokoll entsprechende Zahl an Embryonen gefunden. Die Embryonen wurden wiederum nach dem Beurteilungsschema (Tab. 5) unter dem Mikroskop beurteilt und nur als sehr gut, gut oder mittel beurteilte Embryonen wurden transferiert. In VGg beschränkte man sich auf die Übertragung guter und sehr guter Embryonen. Die Überlebensrate der Embryonen nach dem Auftauen wird aus Tabelle 15 ersichtlich. Alle transferierbaren Embryonen wurden übertragen.

Tab. 15: Überlebensrate der Embryonen nach Tiefgefrieren und Auftauen

	Genreserve	Vergleich	
	MW	VGu	VGg
Anzahl aufgetauter Embryonen (EA) (n)	37	55	71
Anzahl übertragener Embryonen (EÜ) (n)	21	31	38
Überlebensrate EÜ / EA in %	56,7	56,4	53,8

Der Transfererfolg (Tabelle 16) wurde mittels Bestimmung des Serumprogesteronspiegels 14 Tage nach dem Transfer und mittels einer rektalen Trächtigkeitsuntersuchung 6 - 8 Wochen nach dem Transfer festgestellt. In VGg wurde der Progesterontest nicht durchgeführt.

Tab. 16: Transfererfolgsraten anhand der Progesteronwerte 14 Tage p.T. und der rektalen Trächtigkeitsuntersuchung 6 - 8 Wochen p.T.

	Genreserve MW	Vergleich	
		VGu	VGg
übertragene Embryonen (n)	21	31	38
Empfänger mit positivem Progesteronwert * (n)	10	15	--
(%)	47,6	48,4	--
Empfänger trächtig (rektale Diagn.) (n)	6	5	14
(%)	28,6	16,1	36,8

* Der Progesteronwert wurde als positiv beurteilt, wenn mehr als 2 ng Progesteron pro ml Serum festgestellt wurden.

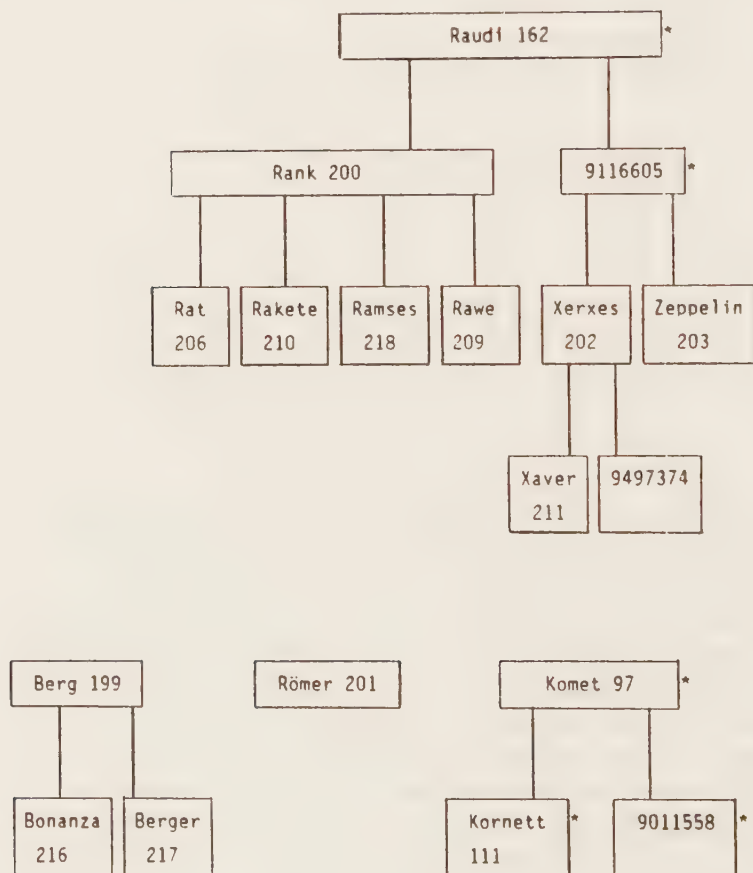
Die Transfererfolgsrate, die anhand einer Progesteronspiegelbestimmung 14 Tage nach dem Transfer ermittelt wurde, ist in beiden Gruppen ähnlich hoch, während die Erfolgsraten, die nach rektaler Trächtigkeitsuntersuchung ermittelt wurden, sich zwischen den einzelnen Tiergruppen erheblich unterscheiden.

Aus den übertragenen Murnau-Werdenfelser Embryonen resultieren fünf Kalbungen. Alle geborenen Kälber sind weiblich. Ein Kalb verendete im Alter von vier Wochen. Die Empfänger von Embryonen der Vergleichsgruppe 1 wurden nach dreimonatiger Gravidität (rektal verifiziert) verworfen.

4.2.4 Abstammung der eingelagerten Murnau-Werdenfelser Embryonen

Bei den Murnau-Werdenfelsern ist heute nur noch von drei Stierlinien (Römer, Raudi und Berg) Sperma erhältlich. In Tabelle 17 sind diese Stierlinien und eine vierte, die Linie Komet, die über drei Kühe in die Embryobank gelangte, dargestellt.

Tab. 17: Stierlinien der Murnau-Werdenfelser



* Bulle ist tot ohne Spermareserven.

Von Rowe 209 ist der Vater nicht bekannt. Vermutlich ist er ein Ranksohn. 69,2 % der einsetzbaren Bullen stammen aus der Linie Raudi. Die Linie Berg ist mit drei Bullen vertreten. Von Römer sind bis jetzt keine Söhne gekört. In der Kuhspopulation ist die Römerlinie jedoch weit verbreitet. Zur Anlage der Embryobank wurde auf alle drei Stierlinien zurückgegriffen. Eine vierte Stierlinie, Komet 97 ist in drei Spenderkühen enthalten. Der Bulle Komet 97 stammt aus der Paarung von König 76800 mit Ankara 77248 (RLS). Die Kuh Ankara hatte im Jahre 1969 mit 8903 kg Milch bei 4,34 % Fett die höchste Laktationsleistung, die bei Murnau-Werdenfelsern erzielt wurde.

In Tabelle 18 wird das Pedigree der eingelagerten Embryonen gezeigt.

Tab. 18: Pedigree der eingelagerten Embryonen

7 Embryonen Tg. Datum: 13.01.1982 28.04.1982 Lagerort: LVG Ober- schleißheim	V Berg 199 Abstnr. 9141715	VV Benno	VVV	
		1095873	VVM	
	M (022) Abstnr. 0877	VM Schalle	VMV	
		77150	VMM	
		MV Xerxes 202	MVV	9116605
		9201981	MVM Stasl	
		MM (08)	MMV	
		9201979	MMM	

4 Embryonen Tg. Datum: 06.05.1982 Lagerort: LVG Ober- schleißheim	V Berg 199 Abstnr. 9141715	VV Benno	VVV	
		1095873	VVM	
	M (023) Abstnr. 0677	VM Schalle	VMV	
		77150	VMM	
		MV Xerxes 202	MVV	9116605
		9201981	MVM Stasl	
		MM (06)	MMV	
		9201987	MMM	

Tab. 18: Pedigree der eingelagerten Embryonen

2 Embryonen	V Rakete 210	VV Rank 200	VVV Raudi 162
Tg. Datum: 27.04.1984	Abstnr. 9426337	9116235	VVM Übermut 8994231
F = 0,0625		VM Betty 9057779	VMV VMM Bärbi 0107509
Lagerort: Besamungs- station Grub	M Ulla Abstnr. 9102119 Tagebuchnr. der Blutgrp.unters.: 842110	MV Raudi 162 MM Una 77346/64	MMV Ralf 94 MVM Violetta 77802 MMV MMM

9 Embryonen	V Römer 201	VV	VVV
Tg. Datum: 25.05.1984	Abstnr. 9182405	9072702	VVM
		VM Romi 9080578	VMV VMM
Lagerort: Besamungsst. Greifenberg	M Veva Abstnr. 9233775 Tagebuchnr. der Blutgrp.unters.: 842568	MV Max 9233830 MM Vroni 956458	MMV MVM MMV MMM

4 Embryonen	V Berg 199	VV Benno	VVV
Tg. Datum: 25.05.1984	Abstnr. 9141715	1095873	VVM
		VM Schalle 77150	VMV VMM
Lagerort: Besamungsst. Greifenberg	M Resi Abstnr. 9233905 Tagebuchnr. der Blutgrp.unters.: 842569	MV MM Rosi 8994813	MMV MVM MMV Kutter 77094 MMM Hedi 76601

Tab. 18: Pedigree der eingelagerten Embryonen

4 Embryonen Tg. Datum: 04.07.1984 Lagerort: Besamungsst. Grub	V Berg 199 Abstnr. 9141715	VV Benno	VVV	
		1095873	VVM	
	M Hyazint Abstnr.	VM Schalle	VMV	
		77150	VMM	
		MV	MVV Komet	97
		9011558	MVM Dagmar	77640
		MM Herne	MMV	76250/23
		4650	MMM	

8 Embryonen Tg. Datum: 30.07.1984 Lagerort: Besamungsst. Grub	V Rakete 210 Abstnr. 9426337	VV Rank 200	VVV Raudi	162
		9116235	VVM Übermut	899421
	M Roldi Abstnr. 9080220 Tagebuchnr. der Blutgrp. unters.: 843996	VM Betty	VMV	
		9057779	VMM Bärbi	0107509
		MV	MVV Komet	97
		9011558	MVM Dagmar	77640
		MM Rosina	MMV	70670/23
		76795	MMM	

6 Embryonen Tg. Datum: 14.06.1982 Lagerort: LVG Oberschleißh.	V Berg 199 Abstnr. 9141715	VV Benno	VVV	
		1095873	VVM	
	M Flicka Abstnr. 9033937	VM Schalle	VMV	
		77150	VMM	
		MV Kornett 111	MVV Komet	97
			MVM Sella	76891
		MM Flocke	MMV	
		4546	MMM	

Tab. 18: Pedigree der eingelagerten Embryonen

20 Embryonen	V Xerxes 202	VV	VVV Raudf 162
Tg. Datum:	Abstnr. 9201981	9116605	VM
10.03.1980			
25.06.1980		VM	VMV
20.10.1980			VMM
14.07.1981			
	M Flicka	MV Kornett 111	MVV Komet 97
	Abstnr. 9033937		MVM Sella 76891
Lagerort:			
LVG		MM Flocke	MMV
Oberschleißh.		4546	MMM

3 Embryonen	V Berg 199	VV Benno	VVV
Tg. Datum:	Abstnr. 9141715	1095873	VVM
10.09.1985			
		VM Schalle	VMV
		77150	VMM
	M Britta	MV	MVV
	Abstnr. 9418078		MVM
Lagerort:			
LVG		MM Bina	MMV
Oberschleißh.		299377	MMM

4 Embryonen	V Xerxes 202	VV	VVV Raudf 162
Tg. Datum:	Abstnr. 9201981	9116605	VVM
16.04.1981			
		VM	VMV
			VMM
	M (04)	MV	MVV
	Abstnr. 9201980		MVM
Lagerort:			
LVG Ober-		MM	MMV
schleißheim			MMM

Tab. 13: Pedigree der eingelagerten Embryonen

7 Embryonen Tg. Datum: 10.04.1981 Lagerort: LVG Ober- schleißheim	V Xerxes 202 Abstnr. 9201981	VV 9116605	VVV Raudi 162 VVM
		VM	VMV VMM
	M (05) Abstnr. 9201976	MV	MVV MVM
		MM Trudi	MMV MMM

1 Embryo Tg. Datum: 29.07.1980 Lagerort: LVG Ober- schleißheim	V Xerxes 202 Abstnr. 9201981	VV 9116605	VVV Raudi 162 VVM
		VM	VMV VMM
	M (06) Abstnr. 9201987	MV	MVV MVM
		MM	MMV MMM

9 Embryonen Tg. Datum: 14.05.1981 Lagerort: LVG Ober- schleißheim	V Xerxes 202 Abstnr. 9201981	VV 9116605	VVV Raudi 162 VVM
		VM	VMV VMM
	M (011) Abstnr. 9201988	MV	MVV MVM
		MM	MMV MMM

Tab. 19: Verteilung der Väter und der Großväter mütterlicherseits (MV)
in der Embryobank der Murnau-Werdenfelser

MV	Anzahl der Mütter	Anzahl der Embryonen aus der				gesamt
		Raudilinie Rakete	Berglinie Zeppelin	Römerlinie Berg	Römer	
Raudilinie						
Raudi	1	2	-	-	-	2
Xerxes	2	-	-	11	-	11
Kometlinie						
Kornett	1	-	20	6	-	26
9011558	2	8	-	4	-	12
Max	1	-	-	-	9	9
unbekannt	6	-	21	7	-	28
gesamt	13	10	41	28	9	88

57,9 % der eingelagerten Embryonen stammen aus der Linie Raudi.
Bei 41,2 % der Embryonen aus der Linie Raudi ist Mutters Vater (MV)
nicht bekannt. Zwei Embryonen in der staatlichen Genreserve stammen
aus einer Paarung des Raudienkels Rakete 210 mit der Rauditochter
Ulla 910211, ($F = 0,0625$).

In Embryonen von drei Kühen (Flicka, Roldi und Hyazinth) ist eine
vierte Bullenlinie, die Kometlinie enthalten.

5 Modell zur Berechnung der Effizienz einer Embryobank als Anlage von Genreserven

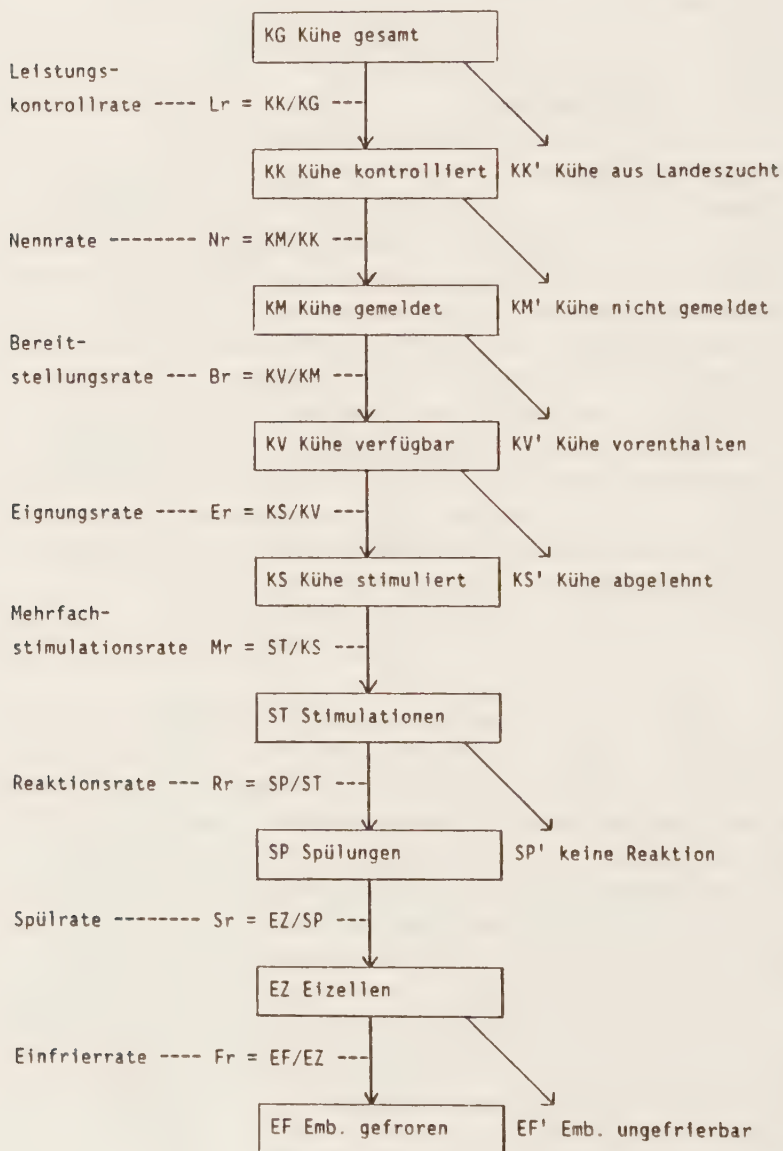
5.1 Anforderungen an das Modell

Das Modell soll zur Ermittlung der Zahl der Embryonen geeignet sein, die mindestens eingelagert werden muß, damit eine Herde erstellt werden kann, die man mit einer tolerierbaren Steigerung der Homozygotierate vergrößern kann. Die Zahl der einzulagernden Embryonen ist auf ein Minimum zu beschränken, um einerseits die Kosten für die Anlage einer Embryobank möglichst niedrig zu halten, andererseits aber die Erstellung einer ausreichenden Zahl zuchttauglicher, weiblicher Tiere zu gewährleisten. Zudem soll mit Hilfe des Modells die Zahl der dazu nötigen Stimulationen berechnet werden können, die eine Abschätzung der finanziellen Aufwendungen ermöglicht. Drittens soll die Mindestgröße der Kuhpopulation einer bedrohten Rasse errechenbar sein, aus der noch eine Embryobank mit obiger Zielsetzung erstellt werden kann. Damit soll also die für die Anlage einer Embryobank kritische Populationsgröße festgestellt werden können.

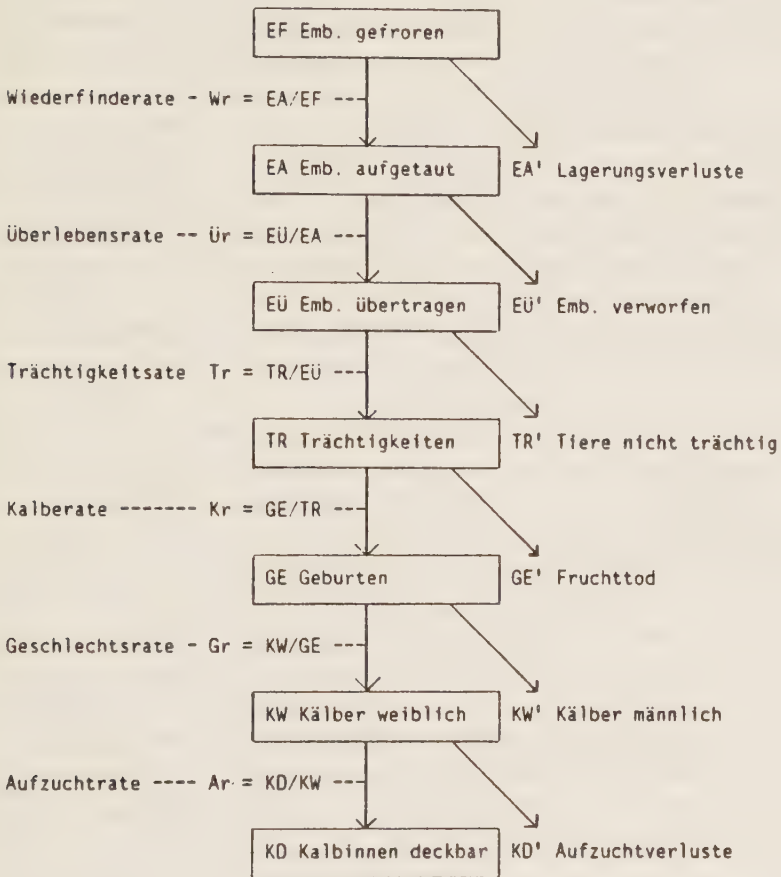
5.2 Der Weg der Bildung und Reaktivierung von Embryobanken

Von der Ausgangssituation für die Anlage einer Embryobank einer bedrohten Rasse (Gesamtkuhpopulation) bis zur Reaktivierung der Embryobank (deckbare Färsen) können unterschiedliche Einflußfaktoren ermittelt werden. Die einzelnen Stationen auf dem Wege der Bildung und der Reaktivierung der Embryobank sind in den Tabellen 20a und 20b mit den Kennbuchstaben KK bis KD dargestellt. Die Verluste an Reproduktionspotential sind rechts daneben mit den Kennbuchstaben KK' bis KD' bezeichnet. Die Raten links neben den einzelnen Stationen beschreiben die Vermehrung bzw. Verminderung der Mengen an Reproduktionsmaterial. Sie stellen den Quotienten aus den Reproduktionspotentialen zweier aufeinanderfolgender Stationen dar.

Tab. 20a: Einflüsse auf die Anlage einer Embryobank



Tab. 20b: Einflüsse auf die Reaktivierung einer Embryobank



Aus der Gesamtkuhpopulation (KG) wird ein Teil aus züchterischen Motiven (Leistungs- o. Abstammungsnachweis) vom zuständigen Tierzuchtamt ausgewählt. Die Leistungskontrollrate (Lr) beeinflusst die Selektionsintensität und ist stark variabel (Tab. 21). Nur ein Teil der kontrollierten Kühe (KK) wird nach der Geburt eines Kalbes der zuständigen Stelle (Embryotransfer-Team) benannt. Die Nennrate (Nr) kann in starkem Umfang durch organisatorische Maßnahmen beeinflusst werden.

Von den gemeldeten Tieren (KM) wird wegen unterschiedlicher Kooperationsbereitschaft der Tierbesitzer nur ein Teil zur Embryogewinnung zur Verfügung gestellt. Die Bereitstellungsrate (Br) kann beeinflusst werden durch Aufklärung der Tierbesitzer über den Nutzen des Vorhabens oder durch finanziellen Anreiz.

Von der Anzahl bereitgestellter Tiere (KB) wird ein Teil nach gynäkologischer Untersuchung durch das ET-Team als untauglich zur Embryogewinnung abgelehnt. Geeignete Kühe werden einer Stimulationsbehandlung unterzogen. Die Eignungsrate (Er) beschreibt diese Selektion unter gynäkologischen Gesichtspunkten. Stimulierbare Kühe (KS) werden zum Teil mehrmals stimuliert. Dadurch wird die Zahl der Stimulationen höher als die Zahl der stimulierten Tiere. Es wird also das Reproduktionspotential um den Faktor Mehrfachstimulationsrate (Mr) erhöht.

Auf einen Teil der Stimulationen (ST) erfolgt keine oder eine unerwünschte Reaktion. Dies wird vom ET-Team durch rektale Ovarikontraste vor dem geplanten Spültermin festgestellt. Entsprechende Tiere werden dem Spülvorgang nicht unterzogen. Durch diese Ausfälle reduziert sich die Zahl der Spülungen um den Faktor Reaktionsrate (Rr).

Bei den einzelnen Spülungen (SP) werden im Durchschnitt mehrere Eizellen (EZ) gewonnen. Das Reproduktionspotential wird also hier um den Faktor Spülrate (Sr) erhöht. Wegen geringer Überlebenschancen von als mäßig und schlecht beurteilten Embryonen werden nur als sehr gut, gut und mittel beurteilte Embryonen eingefroren. Die Zahl der tiefgefrorenen Embryonen (EF) ist um den Faktor Einfrierrate (Fr) geringer, als die Zahl der gewonnenen Eizellen (EZ).

Während der Lagerung oder beim Auftauvorgang können Gefriergutbehälter beschädigt werden, und dadurch Embryonen verloren gehen. Die Wiederfindungsrate (Wr) beschreibt die Verluste zwischen den Stationen gefrorene Embryonen (EF) und aufgetaute Embryonen (EA).

Von den wiedergefundenen Embryonen haben einige den Gefrier- und Auftauvorgang nicht überlebt oder sind so geschädigt, daß ein Überleben nach dem Transfer sehr unwahrscheinlich ist. Sie werden deshalb nicht übertragen. Durch die Überlebensrate (Ür) wird der Verlust an Embryonen wegen Schädigung beim Gefrier- und Auftauvorgang beschrieben.

Nur ein Teil der übertragenen Embryonen (EÜ) führt zu rektal verifizierten Trächtigkeiten (TR). Die Trächtigkeitsrate (Tr) beschreibt entstandene Verluste. Im Laufe der Gravidität können Verluste von Reproduktionsmaterial durch Tod des Trägartieres, Aborte, Resorption oder Mumifikation entstehen. Diese Verluste werden durch die Kalberate (Kr) erfaßt. Da bei Geburten (GE) neben weiblichen Kälbern (KW) auch männliche fallen, und die Modellrechnung auf der Zahl der weiblichen Tiere beruht, wurde die Geschlechtsrate (Gr) zur Ermittlung der Zahl der erwünschten weiblichen Kälber verwendet. Ein Teil der weiblichen Kälber scheidet durch Verluste bei der Aufzucht aus. Mit Hilfe der Aufzuchtrate (Ar) läßt sich die Zahl der deckbaren Kalbinnen (KD) berechnen.

Die Faktoren zwischen den einzelnen Stationen sind in verschiedenen Graden beeinflußbar und stehen unter verschiedenen Abhängigkeiten. In Tabelle 21 sind sie nach Abhängigkeit und Variabilität geordnet.

Tab. 21: Abhängigkeiten und Variabilität der Einflußgrößen bei Anlage und Reaktivierung einer Genreserve in Form einer Embryobank

Leistungskontrollrate	(Lr)	willkürlich beeinflußbar, große Variabilität
Nennrate	(Nr)	
Mehrfachstimulationsrate	(Mr)	
Spülrate	(Sr)	abhängig von Erfolgsraten der Biotechnik, mittlere Variabilität
Einfrierrate	(Fr)	
Überlebensrate	(Ür)	
Trächtigkeitsrate	(Tr)	
Bereitstellungsrate	(Vr)	sehr schwer beeinflußbar, geringe Variabilität, bei Anwendung des Modells als konstant angenommen
Eignungsrate	(Er)	
Reaktionsrate	(Rr)	
Wiederfinderate	(Wr)	
Kalberate	(Kr)	
Geschlechtsrate	(Gr)	
Aufzuchtrate	(Ar)	
Trächtigkeitsrate	(Tr)	stark abhängig von Überlebensrate (Ür)
Überlebensrate	(Ür)	stark abhängig von Einfrierrate (Fr)
Reaktionsrate	(Rr)	stark abhängig von Eignungsrate (Er)

5.3 Anforderungen an die Embryobank

Aus der Embryobank soll bei Bedarf eine Herde erstellt werden können, die mit einer tolerierbaren Steigerung der Inzuchtrate vergrößert werden kann. Dazu benötigt man eine bestimmte Anzahl zuchtfähiger Nachkommen aus der Genreserve mit möglichst geringem Verwandtschaftsgrad. Nach GOWE et al. (1959) steigt die Inzuchtrate pro Generation um 1 %, wenn 25 männliche und 25 weibliche Tiere in einem rotierenden Anpaarungssystem mit konstanter Familiengröße zur Zucht eingesetzt werden. Nach zehn Generationen würde sich die Homozygotierate um 9,6 % gesteigert haben, was als tolerierbar angesehen wird. BREM et al. (1984).

$$dF = \frac{3}{32 N_m} + \frac{1}{32 N_f}; \quad F_t = 1 - (1 - dF)^t;$$

dF = Steigerung der Inzuchtrate pro Generation

N_f = Zahl der weiblichen Tiere, die zur Zucht eingesetzt werden

N_m = Zahl der männlichen Tiere, die zur Zucht verwendet werden

F_t = Steigerung der Inzuchtrate nach t Generationen

5.4 Formeln zur Berechnung des Mindestumfanges der Embryobank, der dazu nötigen Zahl der Stimulationen und der Mindestgröße der noch vorhandenen Kuhpopulation

Die gesuchten Größen, Mindestumfang der Embryobank, Mindestanzahl an Stimulationen und Mindestgröße der Kuhpopulation lassen sich am leichtesten errechnen, wenn man die bereits errechnete Anzahl zu erstellender deckbarer Kalbinnen ($KD = 25$) in den Zähler und die Raten, die zwischen KD und der gesuchten Größe (Tab. 20) einen Einfluß ausüben, in den Nenner des Bruches setzt.

Für den Mindestumfang der Embryobank ergibt sich folgende Formel:

Formel 1: Mindestumfang der Embryobank

$$EF = \frac{KD}{Ar \times Gr \times Kr \times Tr \times \ddot{U}r \times Wr}; \text{ wobei:}$$

EF = Mindestzahl der einzulagernden Embryonen (gesucht)

KD = nötige Anzahl zuchttauglicher Färsen

Ar = Aufzuchtrate

Gr = Geschlechtsrate

Kr = Kalberate

Tr = Trächtigkeitsrate

$\ddot{U}r$ = Überlebensrate

Wr = Wiederfinderate

Die nötige Anzahl der Stimulationen läßt sich mit Formel 2 berechnen.

Formel 2: Mindestanzahl an Stimulationen

$$ST = \frac{KD}{Ar \times Gr \times Kr \times Tr \times \ddot{U}r \times Wr \times Fr \times Sr \times Rr}; \text{ oder:}$$

$$ST = \frac{EF}{Fr \times Sr \times Rr}; \text{ wobei}$$

ST = Zahl der durchzuführenden Stimulationen

Fr = Einfrierrate

Sr = Spülrate

Rr = Reaktionsrate

Die Mindestgröße der Kuhpopulation kann mit Formel 3 berechnet werden.

Formel 3: Mindestgröße der Kuhpopulation

$$KG = \frac{KD}{Ar \times Gr \times Kr \times Tr \times \ddot{U}r \times Wr \times Fr \times Sr \times Rr \times Mr \times Er \times Br \times Nr \times Lr}; \text{ oder}$$

$$KG = \frac{EF}{Fr \times Sr \times Rr \times Mr \times Er \times Br \times Nr \times Lr}; \text{ oder:}$$

$$KG = \frac{ST}{Mr \times Er \times Br \times Nr \times Lr}; \text{ wobei:}$$

KG = Mindestgröße der Kuhpopulation

Mr = Mehrfachstimulationsrate

Er = Eignungsrate

Br = Bereitstellungsrate

Nr = Nennrate

Lr = Leistungskontrollrate

5.5 Beschreibung der Einflußfaktoren

Die Leistungskontrollrate (Lr) wird bei den Murnau-Werdenfelsern durch den Anteil der Kühe an der Gesamtpopulation bestimmt, bei dem die Milchleistungsprüfung durchgeführt wird. Man versucht, diesen Anteil durch Förderungsmaßnahmen, wie Ermäßigung der Milchleistungsprüfungsgebühren und Prämien für gezielte Paarung, zu heben. Es wird vorgeschlagen, die Leistungen, die bei der Milchleistungsprüfung erzielt werden, nicht zu veröffentlichen, wenn der Besitzer es wünscht. Da die Veröffentlichung schlechter Ergebnisse finanzielle Nachteile beim Verkauf von Zuchttieren nach sich zieht, läßt nämlich mancher Halter von Murnau-Werdenfelsern keine Milchleistungsprüfung durchführen. Andere schlagen vor, die Kontrolle auf die Abstammung der Tiere zu beschränken, da die relativ geringe Milchleistung der Murnau-Werdenfelser kein erhaltungswürdiges Merkmal dieser Rasse darstellt, während gesicherte Reinerbigkeit jedoch Voraussetzung für die Erhaltung einer Rasse ist. Im Jahre 1984 standen ca. 20 % der Murnau-Werdenfelser Kühe unter Milchleistungskontrolle. Wenn die Kontrolle auf die Abstammung beschränkt wird, kann vielleicht eine Kontrollrate von mehr als 90 % erreicht werden. In folgenden Berechnungen finden Kontrollraten von 25 % bis 100 % (Tab. 22) Anwendung.

Im Jahre 1984 wurden ca. 30 % der kontrollierten Kühe nach der Kalbung dem ET-Team genannt. Die Nennrate (Nr) läßt sich durch Zusammenarbeit von Züchter, Besamungsstation und Tierzuchtamt wahrscheinlich auf fast 100% steigern. Im Modell wurden Melderaten von 25 % bis 100% (Tab. 22) eingesetzt.

Die Bereitstellungsrate (Br) ist von der Bereitschaft der Tierbesitzer, ihre Tiere zur Embryogewinnung zu Verfügung zu stellen, abhängig. Sie wird sich nur in geringem Umfang beeinflussen lassen und wird deshalb bei der Berechnung als konstant angenommen. Von 13 Tieren, die im Jahre 1984 an das ET-Team gemeldet worden waren, wurden 10 Tiere zu Verfügung gestellt. Daraus errechnet sich eine Bereitstellungsrate von 77 %, die im Modell angewendet wird, (Tab. 22).

Die Eignungsrate (Er) beschreibt die Verwendbarkeit von vorgestellten Kühen zur Embryogewinnung. Sie wird durch eine gynäkologische Unter-

suchung und mit Hilfe eines Vorberichtes von dem betroffenen Tier durch das ET-Team festgestellt. Eine Verringerung der Selektionsschärfe in diesem Punkt zieht eine Erhöhung der Rate der negativen Reagen-ten nach sich und erhöht die Kosten für die Anlage der Embryobank. In bestimmten Fällen (letztes Exemplar einer Kuhllinie, hervorragende Leistung in einem oder mehreren Merkmalen) ist das jedoch vertretbar. In der Berechnung wird eine konstante Verwendbarkeitsrate von 73 %, (Tab. 22), eingesetzt, die bei der Auswahl der Spendertiere zur Anlage der Embryobank von Murnau-Werdenfelsern ermittelt wurde.

Die Mehrfachstimulationsrate (Mr), die die Zahl der Stimulationen pro stimuliertem Tier beschreibt, ist variabel. HASLER et al. (1983) beschreiben nach zehnfacher Superovulation bei leicht verminderten Fertilisationsraten ähnlich hohe Eizellgewinnungsraten wie bei einmaliger Superovulation. Mehrfachstimulationen sind jedoch für die Anlage einer Embryobank mit obengenannter Zielsetzung nur in dem Maße sinnvoll, bis von einem Spender die Embryozahl eingelagert ist, die zur Erstellung von einem zuchttauglichen, weiblichen Tier ausreicht. Zur Errechnung der Mindestpopulationsgröße werden Mehrfachstimulationsraten von bis zu drei Stimulationen pro stimuliertem Tier angewendet.

Die Reaktionsrate (Rr) beschreibt die Häufigkeit erfolgreicher Superovulationsbehandlungen. Sie sollte wegen positiver Korrelation mit der Selektionsschärfe bei der Auswahl der Spender unter gynäkologischen Gesichtspunkten sinnvollerweise aus dem gleichen Untersuchungsmaterial errechnet werden, aus dem die Verwendbarkeitsrate errechnet wird. Bei der Anlage einer Embryobank von den Murnau-Werdenfelsern wurden 82 % der Reaktionen auf die Stimulierung als positiv beurteilt. Dieser Wert wird in folgenden Berechnungen angewendet.

Die Spülrate (Sr) beschreibt die durchschnittlich pro Embryogewinnungsvorgang gefundene Anzahl der Eizellen. Sie ist abhängig von der gynäkologischen Beurteilung und von der Beurteilung der Reaktion auf die Superovulationsbehandlung und sollte deshalb aus dem gleichen Material ermittelt werden, aus dem die Eignungs- und Reaktionsrate errechnet werden. Im Untersuchungsmaterial wurden durchschnittlich 7,8 Eizellen pro Spülung gewonnen. Im Rechenmodell werden Raten von 6 bis 10 Eizellen pro Spülung verwendet.

Die Einfrierrate (Fr) beschreibt den Anteil der gefriertauglichen Embryonen an der Gesamtzahl der gefundenen Eizellen. Sie ist abhängig von der Beurteilung der Stimulationsreaktion. Bei Tieren, auf deren Ovarien sich zum Zeitpunkt der Spülung noch unovulierte, reife Follikel befinden, die Östrogene freisetzen, ist die Qualität der gefundenen Embryonen schlechter und die Gefrierrate ist geringer als bei Tieren, bei denen alle reifen Follikel ovulierten, SPRINGMANN (1985). Zur Berechnung werden Raten von 20 bis 50 % angewendet.

Die Wiederfinderate (Wr) wird mit 99 % sehr hoch angenommen, da davon ausgegangen wird, daß Anlage, Lagerung und Reaktivierung einer Embryobank als Genreserve von erfahrenen, sorgfältig arbeitenden Fachleuten vorgenommen werden, und weil die Wiederfinderate in erster Linie von der Sorgfalt beim Umgang mit dem Gefriergut abhängig ist.

Die Überlebensrate (Ür) beschreibt den Anteil der übertragenen Embryonen an der Zahl der nach dem Auftauen gefundenen Embryonen. Sie ist abhängig von der Beurteilung der Gefriertauglichkeit der Embryonen und vom verwendeten Gefriersystem. Bei der One-Step Methode werden alle aufgetauten Embryonen übertragen (100 %), während bei der herkömmlichen Methode nur die Embryonen übertragen werden, die unter dem Mikroskop als überlebensfähig angesehen werden (bei vorliegenden Untersuchungen zwischen 53,8 und 56,7 %). In den Berechnungen werden Werte von 50 bis 100 % angewendet.

Die Trächtigkeitsrate (Tr) beschreibt den Anteil der nach rektaler Untersuchung für tragend befundenen Empfänger an der Anzahl der übertragenen Embryonen (es wurde jeweils nur ein Embryo übertragen). Sie ist abhängig von der angewendeten Methode. Bei Anwendung der One-Step Methode wird sie geringer ausfallen als bei der herkömmlichen, da bei ersterer auch Embryonen übertragen werden, die nach morphologischer Untersuchung als nicht überlebensfähig angesehen werden würden. Sie muß also aus dem gleichen Untersuchungsmaterial errechnet werden wie die Überlebensrate. In der Berechnung werden Werte von 20 bis 70 % verwendet. 70%-Trächtigkeitsraten werden beim Transfer frischer Embryonen erzielt.

Die Kalberate (Kr), die Geschlechtsrate (Gr) und die Aufzuchtrate (Ar) sind unabhängig von der ET-Technik. Sie wurden entsprechend den Ergebnissen, die im Rinderbestand am Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim im Jahre 1985 erzielt wurden, (Tab. 22), eingesetzt.

Tab. 22: Zusammenstellung der Werte der in die Berechnung eingehenden Faktoren

Aufzuchtrate	$Ar = 0,9$
Geschlechtsrate	$Gr = 0,48$
Kalberate	$Kr = 0,95$
Trächtigkeitsrate	$Tr_z = 0,2 - 0,7$
Überlebensrate	$Ür_y = 0,5 - 1,0$
Wiederfinderate	$Wr = 0,99$
Einfrierrate	$Fr_x = 0,2 - 0,5$
Spülrate	$Sr_w = 6 - 10$
Reaktionsrate	$Rr = 0,82$
Mehrfachstimulationsrate	$Mr_v = 1,0 - 3,0$
Eignungsrate	$Er = 0,73$
Bereitstellungsrate	$Br = 0,77$
Nennrate	$Nr_u = 0,25 - 1,0$
Leistungskontrollrate	$Lr_t = 0,25 - 1,0$

5.6 Anwendung des Modells

5.6.1 Berechnung des Mindestumfanges einer Embryobank

Der Mindestumfang der Embryobank (Mindestzahl der einzulagernden Embryonen) kann mit der Formel 1 unter Einsatz der in Tabelle 22 aufgelisteten Werte der entsprechenden Faktoren für variable Trächtigkeits- und Überlebensraten errechnet werden. Die notwendige Anzahl einzulagernder Embryonen geht aus Tabelle 23 hervor.

Tab. 23: Mindestumfang (Mindestzahl der einzulagernden Embryonen) einer Embryobank zur Erstellung von 25 zuchtauglichen Färsen

Überlebensraten d. Emb.(Ür) in %	Trächtigkeitsraten (Tr) in %					
	20	30	40	50	60	70
50	616	411	308	247	206	176
60	513	342	257	206	171	147
70	440	293	220	176	147	126
80	385	257	193	154	129	110
90	342	228	171	137	114	98
100	308	206	154	124	103	88

5.6.2 Berechnung der nötigen Anzahl an Stimulationen

Zur Berechnung der durchzuführenden Stimulationen kann die verkürzte Formel 2 angewendet werden, wenn der Mindestumfang der Embryobank bereits errechnet wurde. In Tabelle 24 sind die Ergebnisse der Berechnung zusammengefaßt. Als Werte für die Anzahl der einzulagernden Embryonen wurden die Zahlen aus Tabelle 23 übernommen, die auf der Diagonalen vom Maximum zum Minimum stehen.

Tab. 24: Anzahl der nötigen Stimulationen für die Anlage einer Embryobank, aus der 25 zuchtfähige weibliche Tiere erstellt werden können bei variablem Mindestumfang der Embryobank und variabler Spül- und Einfrierrate

Spülrate EZ / SP	Einfrierrate Fr in %	Anzahl der einzulagernden Embryonen (EF)					
		88	114	154	220	342	616
6	20	90	116	157	224	348	626
	30	60	78	105	149	232	418
	40	45	58	79	112	174	313
	50	36	47	63	90	139	251
8	20	67	87	118	168	261	470
	30	45	60	79	112	174	313
	40	34	44	59	84	131	235
	50	27	35	47	67	105	188
10	20	54	70	94	135	209	376
	30	36	47	63	90	139	251
	40	27	35	47	67	105	188
	50	22	28	38	54	84	151

5.6.3 Berechnung der Mindestgröße der Kuhpopulation

Mit der Formel 3 wird die Mindestgröße der vorhandenen Kuhpopulation, aus der eine Embryobank mit in Punkt 5.3 geforderter Kapazität angelegt werden kann, berechnet. Da die nötige Anzahl an Stimulationen bereits in Punkt 5.6.2 errechnet wurde (Tabelle 24), kann hierzu die verkürzte Formel 3 verwendet werden. Die Ergebnisse der Berechnungen über die Größe der Kuhpopulation sind in Tabelle 25 dargestellt. Als Werte für die Anzahl der nötigen Stimulationen wurden die Extremwerte und vier dazwischenliegende Werte aus Tabelle 24 übernommen.

Tab. 25: Mindestgröße der Kuhpopulation einer bedrohten Rasse bei variabler Anzahl nötiger Stimulationen und bei variablen Leistungskontroll- und Nennraten, wenn jeder Spender nur einmal stimuliert wird

Leistungs- kontroll- rate in %	Nennrate (Nr) in %	Anzahl nötiger Stimulationen (ST)					
		22	35	63	135	232	626
25	25	627	997	1793	3843	6604	17819
	50	314	453	897	1921	3302	8910
	75	209	302	598	1281	2202	5940
	100	157	227	449	961	1651	4455
50	25	314	453	897	1921	3302	8910
	50	157	227	449	961	1651	4455
	75	105	151	299	641	1101	2970
	100	79	114	225	481	826	2228
75	25	209	302	598	1281	2202	5940
	50	105	151	299	641	1101	2970
	75	70	101	200	427	734	1980
	100	53	76	150	321	551	1485
100	25	157	227	449	961	1651	4455
	50	79	114	225	481	826	2228
	75	53	76	150	321	551	1485
	100	40	57	112	241	413	1114

6 Diskussion und Schlußfolgerungen

6.1 Bedeutung von Genreserven für die Tierzucht

Im Anbetracht der Ungewißheit zukünftiger Entwicklungen der Umweltverhältnisse und der Verbraucherwünsche erscheint es notwendig, daß Möglichkeiten offengehalten werden, um schnell auf veränderte Situationen reagieren zu können.

Das Bewußtsein um die genetische Einengung, die sich aufgrund scharfer Selektion in den vorhandenen Rassen und wegen des Aussterbens vieler Rassen abzuzeichnen beginnt, weckt in der Tierzucht den Wunsch nach Genreserven. Die Situation wird mit zunehmender Beherrschung neuer Tierzuchttechniken, wie z.B. Embryotransfer, die neben der Künstlichen Besamung neue Möglichkeiten eröffnen, die Selektion weiter zu erhöhen, verschärft. Genreserven schaffen eine Möglichkeit, mit der zu erwartende Selektionsplateaus überwunden werden können.

Genreserven ermöglichen es somit, Errungenschaften jahrzehntelanger Zuchtarbeit zu erhalten, auch wenn die betreffenden Merkmale im Augenblick von geringer wirtschaftlicher Bedeutung sind und gleichzeitig mit allen zu Verfügung stehenden Mitteln momentan interessante Eigenschaften zu verbessern. Die Genreserve sollte möglichst so angelegt werden, daß die gesamte genetische Information von erhaltungswürdigen Populationen konserviert wird. Je mehr Kompromisse hier geschlossen werden, desto geringer wird die Bedeutung der Genreserve.

Da die Biotechnik einen Stand erreicht hat, bei dem mit einer gezielten genetischen Änderung der Erbanlagen durch Gentransfer gerechnet werden kann, BREM et al. (1985), werden Genreserven besonders bedeutungsvoll. Es besteht berechnete Aussicht, daß in absehbarer Zeit einzelne Gene aus den Genreserven isoliert, vermehrt und gezielt in das Genom anderer Tiere eingebracht werden können.

Wie aus dem Literaturteil (2.4.1 und 2.4.2) hervorgeht, wird die Schaffung von Genreserven in der überwiegenden Mehrzahl der Veröffentlichungen befürwortet, wobei neben den rein züchterischen Gründen auch ökologische und kulturelle Erwägungen eine Rolle spielen.

6.2 Eignung der Biotechniken zur Anlage von Genreserven für züchterische Zwecke

Ziel der Anlage von Genreserven von bedrohten Rassen für züchterische Zwecke muß es sein, die genetische Information dieser Rassen möglichst vollständig zu erhalten.

Am sichersten werden die genetischen Informationen durch In-Vitro-Konservierung erhalten, da während des gesamten Erhaltungszeitraumes eine genetische Veränderung nicht stattfindet und eine Bedrohung durch Umwelteinflüsse geringer ist als bei der Erhaltung lebender Tiere.

Da in Embryonen sowohl die chromosomale Erbinformation der männlichen und weiblichen Keimzellen als auch extrachromosomale Erbinformationen erhalten werden können, GRAF und BREM (1983), wird die Embryobank als die umfassendste Anlageart unter den In-Vitro-Methoden angesehen. Die vorliegende Arbeit zeigt, daß von den Murnau-Werdenfelsern in der Embryobank Erbinformation einer vierten Bullenlinie (Kometlinie) konserviert werden konnte, was bei ausschließlicher Anlage einer Spermatobank nicht mehr möglich gewesen wäre.

Auch in finanzieller Hinsicht sind nach BREM et al. (1982) die Methoden der Kryokonservierung günstiger als die Erhaltung lebender Tiere. Wegen der hohen Kosten, die jährlich für die Erhaltung der lebenden Tiere anfielen, wurde die "Gene Bank" der "Zoological Society of London" aufgelöst, RYDER (1970).

6.3 Aussagen der Ergebnisse des Versuchsteiles

Die Ergebnisse, die in den einzelnen Untersuchungsgruppen bei Anlage und Reaktivierung der Embryobank erzielt wurden, weichen erwartungsgemäß stark voneinander ab.

Die besten Ergebnisse wurden in der Vergleichsgruppe erzielt, in der unter den besten Voraussetzungen für den Embryotransfer gearbeitet werden konnte. Hier wurde die schärfste Auswahl unter den als Spender bereitgestellten Tieren getroffen. Nur 44 % der vorgesehenen Kühe wurden tatsächlich stimuliert. Auch bei der Auswahl der einzulagernden

Embryonen wurde streng selektiert. Nur 28 % der gewonnenen Eizellen wurden tiefgefroren. Es wurden nach dem Auftauen nur als sehr gut und gut beurteilte Embryonen übertragen. (53,8 % der aufgetauten Embryonen). Für eine erzielbare Trächtigkeit mußten in dieser Gruppe 1,6 Stimulationen durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der Vergleichsgruppe mit den ungünstigen Bedingungen fallen am schlechtesten aus. Hier müssen für eine erzielbare Trächtigkeit 4,5 Stimulationen durchgeführt werden. In der Murnau-Werdenfelser Gruppe müssen für eine erzielbare Trächtigkeit 1,96 Stimulationen durchgeführt werden.

Bei einem Vergleich der Ergebnisse muß jedoch berücksichtigt werden, daß die Auswahl der Tiere, die mehrfach stimuliert wurden, mit verschiedenen Zielsetzungen durchgeführt wurde.

In den Gruppen Murnau-Werdenfelser und Pustertaler Sprinzen wurden schlechte Reagenten mehrfach stimuliert. Bei den Pustertaler Sprinzen standen nur zwei Tiere zu Verfügung, die als schlechte Reagenten eingestuft werden müssen. Diese wurden je dreimal stimuliert. Bei den Murnau-Werdenfelsern hat man aus einmal stimulierten Tieren im Durchschnitt mehr Eizellen und mehr gefriertaugliche Embryonen gefunden als aus mehrfach stimulierten.

Dieses Vorgehen ist für die Anlage von Genreserven durchaus sinnvoll. Da man von Tieren verschiedener Abstammung eine gewisse Zahl Embryo-einlagern muß, sind die Tiere, von denen man pro Spülung weniger tiefgefrierbare Embryonen gewinnen kann, häufiger zu spülen als die Tiere, von denen man pro Spülung mehr gefrierbare Embryonen gewinnt.

In den Vergleichsgruppen dagegen wurden solche Tiere wiederholt stimuliert, von denen nach der ersten Stimulation viele gefriertaugliche Embryonen gewonnen worden sind. In diesen beiden Gruppen ist der Anteil gefriertauglicher Embryonen pro gefundene Eizelle von mehrfach stimulierten Tieren etwa doppelt so hoch, wie von Tieren, die nur einmal stimuliert wurden. Ebenso ist die Anzahl gefundener Eizellen und tiefgefrorener Embryonen in diesen Gruppen bei mehrfach stimulierten Tieren höher als bei einmal stimulierten Tieren.

Nach der Übertragung zahlreicher nach dem Auftauen als gut und sehr gut beurteilter Embryonen eines Spenders aus der Vergleichsgruppe mit ungünstigen Bedingungen konnte keine einzige Trächtigkeit erzielt werden.

Aus dem Vergleich der Gruppen lassen sich also folgende Schlüsse ziehen:

1. Je besser unter den als potentielle Spender angebotenen Tieren ausgewählt werden kann, desto weniger Spülungen müssen durchgeführt werden, um die erforderliche Anzahl gefrierbarer Embryonen zu erhalten.
2. Je mehr schlechte Reagenten mehrmals zur Embryogewinnung herangezogen werden müssen und je häufiger sie herangezogen werden müssen, desto mehr Stimulationen sind durchzuführen, um die erforderliche Anzahl tiefgefrierbarer Embryonen zu erhalten.
3. Die pro Stimulation erzielbaren Trächtigkeiten des Murnau-Werdenfelser Programmes liegen um 18,4 % niedriger als die des kommerziellen Programmes.
4. Embryonen der Murnau-Werdenfelser eignen sich generell zum Tiefgefrieren.
5. Es ist jedoch möglich, daß die Embryonen von einzelnen Tieren nicht tiefgefrierbar sind und somit von einzelnen Tieren keine Trächtigkeiten erzielt werden können.

Man muß also mit Genreserveprogrammen so frühzeitig beginnen, daß noch unter den zur Verfügung stehenden Tieren ausgewählt werden kann. Wenn man mehrere verwandte Kühe einer Kuhl Linie zur Verfügung hat, sind die besseren Reagenten mehrmals zu spülen.

Es müssen bei Genreserveprogrammen um 20 - 30 Prozent schlechtere Trächtigkeitsraten pro Stimulation einkalkuliert werden als bei kommerziellen Programmen.

Man sollte entweder Embryonen von mehr als 25 unverwandten Spendern einlagern oder die Embryonen aus 25 Kuhl Linien von mindestens zwei Spendern je Kuhl Linie einlagern.

6.4 Anwendung des Modells für Murnau-Werdenfelser und Pustertaler

Nach Einsetzen der Ergebnisse, die in vorliegender Versuchsreihe bei Einlagerung und Reaktivierung von Murnau-Werdenfelser Embryonen erzielt wurden, in das Modell läßt sich eine Mindestzahl von 405 einzulagernden Embryonen berechnen, die nach 130 Stimulationen aus einer Gesamtkuhpopulation von 2524 Tieren gewonnen werden müssen. Im März 1986 existierten jedoch nur noch 239 Murnau-Werdenfelser Kühe. Von den Pustertaler Sprinzen wurden bei einer Erhebung im Dezember 1984 nur noch 40 Kühe gefunden.

Die Mindestgröße der Kuhpopulation kann jedoch niedriger angesetzt werden, wenn es gelingt, die Erfolgsraten bei Anlage und Reaktivierung der Embryobank günstiger zu gestalten. Dies ist bei vielen Raten nur mit sehr großem Aufwand zu erreichen. Die Erfolgsraten der Biotechnik Embryotransfer werden in den nächsten Jahren noch etwas verbessert werden. Am leichtesten und sofort lassen sich jedoch die Leistungskontrollrate, die Nennrate und die Mehrfachstimulationsrate so verändern, daß die Mindestzahl der noch vorhandenen Kühe geringer angesetzt werden kann.

Die Mindestgröße der Kuhpopulation kann auf ein Viertel reduziert werden, wenn nicht, wie bis jetzt bei den Murnau-Werdenfelsern geschehen, nur die Kühe, die unter Milchleistungsprüfung stehen, sondern alle Murnau-Werdenfelser Kühe für die Anlage einer Embryobank vorgesehen werden. Dies ist durchaus vertretbar, da die Milchleistung der Murnau-Werdenfelser kein erhaltenswürdiges Merkmal dieser Rasse ist.

Wenn die Nennrate durch Straffung der Organisation und durch verbesserte Zusammenarbeit der beteiligten Parteien von 25 % auf 75 % erhöht wird, ist nur noch ein Drittel der berechneten Kuhpopulation nötig.

Am stärksten kann die für die Anlage einer Embryobank benötigte Mindestzahl der Kühe einer bedrohten Rasse jedoch durch Erhöhung der Mehrfachstimulationsrate reduziert werden. Eine Grenze für die Erhöhung der Zahl der Mehrfachstimulationen wird durch die Anforderungen an die Embryobank bezüglich der Verwandtschaft der Embryonen gesetzt.

Die 405 einzulagernden Embryonen müssen zu gleichen Teilen (17 E) von mindestens 25 unverwandten Spendern stammen. Werden im Durchschnitt pro Stimulation zwei tiefgefriertaugliche Embryonen gefunden, so müssen pro Spender acht Stimulationen durchgeführt werden. Das wird nicht in jedem Falle möglich sein. Die geforderten 17 Embryonen können jedoch auch aus eng verwandten Kühen einer Kuhlinie gewonnen werden. Da die im März 1986 vorhandenen 239 Murnau-Werdenfelser Kühe in 74 Betrieben standen, sind wahrscheinlich noch mehr als 25 Kuhlinien vorhanden.

Es ist also momentan noch möglich, von den Murnau-Werdenfelsern eine Embryobank anzulegen, aus der 25 mütterlicherseits weitgehend unverwandte zuchttaugliche Färsen entstehen können.

Von den Pustertaler Sprinzen ist die Anlage einer Embryobank mit oben genannten Anforderungen an Verwandtschaft und Umfang nicht mehr möglich, da die Kuhpopulation im Dezember 1984 nur mehr 40 Tiere umfaßte, die aus 14 Kuhlinien stammen.

7 Zusammenfassung

Ein Modell für die Anlage und Reaktivierung einer Embryobank zur Erhaltung von Genreserven wird entwickelt und in praktischer Anwendung getestet. Das Modell ermöglicht die Berechnung der Mindestzahl einzulagernder Embryonen, die benötigt werden, damit eine Herde von 25 möglichst unverwandten, deckbaren Färsen daraus entstehen kann. Weiterhin ermöglicht das Modell die Errechnung der Zahl der dazu nötigen Stimulationen und der Mindestanzahl der in der Population vorhandenen Kühe.

Die Variabilität der Ergebnisse ist abhängig von biologischen und organisationellen Einflüssen und von den Erfolgsraten der Biotechnik. Die praktische Anwendung des Modells bei den Murnau-Werdenfelsern und bei den Pustertaler Sprinzen zeigt, daß die Voraussetzungen für die Anlage einer Embryobank mit den genannten Anforderungen bei den Murnau-Werdenfelsern noch, bei den Pustertalern hingegen nicht mehr gegeben sind.

In einem Experiment werden die Erfolgsraten bei Anlage und Reaktivierung einer Embryobank von Gruppen mit günstigen und ungünstigen Bedingungen verglichen.

Die Erfolgsraten waren in der Vergleichsgruppe mit ungünstigen Bedingungen erwartungsgemäß deutlich schlechter als in den Gruppen mit normalen und günstigen Bedingungen. Bei geringer Populationsgröße von bedrohten Rassen ist kaum mehr eine Auswahl unter den angebotenen Spendern und nur eine beschränkte Auswahl unter den Embryonen möglich. Die eingeschränkten Auswahlmöglichkeiten resultieren in schlechteren Erfolgen, und die Ergebnisse der Vergleichsgruppen zeigen, daß bei Unterschreitung einer kritischen Grenze die Erfolgsraten rapide abfallen. Es sollte deshalb möglichst frühzeitig mit der Anlage einer Genreserve begonnen werden.

Pro Stimulation wurden bei den Murnau-Werdenfelsern 3,1, bei den Pustertaler Sprinzen 1,8, bei der Vergleichsgruppe mit ungünstigen Bedingungen 2,4 und bei der kommerziellen Gruppe 3,0 Embryonen eingefroren.

Mit 16,8 % der aufgetauten Embryonen konnte bei den Murnau-Werdenfelsern eine Trächtigkeit erzielt werden. Bei der Vergleichsgruppe mit ungünstigen Bedingungen konnte mit 9,1 % der aufgetauten Embryonen und bei der Vergleichsgruppe mit günstigen Bedingungen mit 19,7 % der aufgetauten Embryonen eine Trächtigkeit erzielt werden.

Pro erzielbare Trächtigkeit mußten in der Murnau-Werdenfelser Gruppe 1,96, in der Vergleichsgruppe mit ungünstigen Bedingungen 4,5 und in der Vergleichsgruppe mit günstigen Bedingungen 1,6 Stimulationen durchgeführt werden.

Von einzelnen Spendern konnte trotz Übertragung zahlreicher nach dem Auftauen gut und sehr gut beurteilter Embryonen keine Trächtigkeit erzielt werden.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Embryonen der Murnau-Werdenfelser generell gefriertauglich sind.

Auf Grund der geringen Größe der Kuhpopulation bei den Murnau-Werdenfelsern darf sich die Auswahl der Spender nicht auf die Population beschränken, die unter Leistungsprüfung steht, sondern muß nach Abstammung und unter gynäkologischen Kriterien vorgenommen werden.

8 Summary

"Genetic resources in cattle under special consideration of frozen embryos"

A model for the creation and the reactivation of an embryo bank for the conservation of genetic resources was established and tested in practical applications. The pattern of interest were the minimal number of stored embryos needed to assure a population of 25 not related heifers after reactivation, the number of stimulations needed to get these embryos and the minimal population size needed to find enough donor cows. The variables depended on biological fixed progresses, on organisation patterns and on the success rates of the biotechnic. The practical application of the model in the Murnau-Werdenfelser breed and in the Pusterian breed showed, that a successful embryo bank as a genetic resource is only practicable in the Murnau-Werdenfelser breed. For the Pusterians the population size is too low and only a few lines of the breed are existing.

In an experiment the creation and reactivation of an embryo bank under excellent and under poor condition were compared. It is concluded that the success rates under poor conditions are lower than under normal or excellent conditions. The small population size of endangered breeds gives no possibility in the selection of donor cows or embryo-quality, so all the material has to be used for the program and the expected results are low (excellent group: 3.0 excellent or good embryos frozen per donor, 19.7 % of the thawed embryos led to pregnancy; poor group: 2.4 poor to excellent embryos frozen per donor, 9.1 % of the thawed embryos led to pregnancy). For one pregnancy in the excellent group 1.6 stimulations were performed; in the poor group 4.5. From some donors no pregnancy resulted after freezing/thawing of embryos even if the morphological evaluation of the thawed embryo showed an excellent quality before transfer.

In general: It is possible to create an embryo bank for long time storage of genetic informations, but the possible low success rate of the biotechnic embryotransfer has to be taken into account. The embryos of the Murnau-Werdenfelser breed are freezable. According to the low population size of the Murnau-Werdenfelser breed the selection of donors must be done under genetical and gynaecological criteria, the results of milk control are of no interest.

9 Literaturverzeichnis

ALDERSON, G.L.H. 1980

The conservation of animal genetic resources in the United Kingdom
FAO/Animal Produktion and Health Paper 24, 53-76

ALLENDORF, F.W. 1986

Genetic drift and the loss of alleles versus heterocygosity
Zoo Biology 5, 181-190

Al-MURANI, W.K. 1974

The Limits to artificial selection
Animal Breeding Abstracts 42, 587-592

AMK Berlin und Senator für Wirtschaft und Verkenr Berlin 1984

Erhaltung gefährdeter Nutztierassen
Broschüre der internationalen grünen Woche in Berlin 1984

BÄRLEHNER, C. 1923

Die Entwicklung der Rinderzucht im Gebiete des Zuchtverbandes für
einfarbiges Gebirgsvieh in Oberbayern
Süddeutsche Landwirtschaftliche Tierzucht 1, 2-4

BÄRLEHNER, C. 1933

Bullenstammbuch des Zuchtverbandes für einfarbiges Gebirgsvieh in
Oberbayern
Weilheim, Bayerische Tierzuchtinspektion Weilheim

BÄRLEHNER, C. 1941

Die Entwicklungsgeschichte der Weilheimer Zuchtverbände 1901-1941
Weilheim, Bayerische Tierzuchtinspektion Weilheim

BOWMAN, C.J. 1974

Conservation of rare livestock breeds in the United Kingdom
Proc. of the 1st World Congr. on Genetics Applied to Livestock
Production 2, 23-29

BOWMAN, C.J. and AINDOW, C.T. 1973

Genetic conservation and the less common breeds of british cattle,
pigs and sheep

Univ. of Reading, Dep. of Agric. and Hortic., Study No 13

BREM, G. 1986

Mikromanipulation an Rinderembryonen und deren Anwendungsmöglich-
keiten in der Tierzucht

Stuttgart, Enke Verlag

BREM, G. und GRAF, F. 1983

Potentielle Anwendung der Gentechnik für die Anlage von Genreserven
in: H. GELDERMANN, W. SCHLEGER, und G. STRANZINGER Eds.

Bedeutung und Anlage von Genreserven in Haustierarten

Seminar für Haustiergenetik (Wien) 3, 54-62

BREM, G., GRAF, F. und KRÄUSSLICH, H. 1981

Frozen Embryos as genetic resources. Theoretical considerations,
cost estimations and practical experience

Proc. of the 32nd Annual Meeting of the EAAP, Zagreb, 31.8. -
3.9.1981

BREM, G., GRAF, F. und KRÄUSSLICH, H. 1982

Möglichkeiten der Anlage von Genreserven - genetische Probleme und
Kosten

Bay. Landw. Jahrb. 59, 380-383

BREM, G., GRAF, F. and KRÄUSSLICH, H. 1984

Genetic and economic differences among alternative methodes of
gene conservation

Livestock Prod. Sci. 11, 65-68

BUCHBERGER, J., GRAML, R. und KLOSTERMEYER, H. 1986

Genfrequenzen der Milchproteine beim Bayerischen Gelbvieh, beim
Pinzgauer und beim Murnau-Werdenfelser Rind

Bay. Landw. Jahrb. 63, 267-272

CRAWFORD, R.D. 1984

Assessment and conservation of animal genetic resources in Canada
Canadian Journal of Animal Science 64, 235-251

DEATON, O.W. 1980

The disappearance of local breeds
FAO/Animal Production and Health Paper 24, 212-229

DEVILLARD, J.M. 1980

La politique française de conservation des races domestiques en
peril
FAO/Animal Production and Health Paper 24, 96-120

DICKERSON, G.E. 1969

Experimental approaches in utilizing breed resources
Animal Breed Abstracts 37, 191-202

FAO, 1966

Report of the FAO study group on the evaluation, utilisation and
conservation of animal genetic resources. 21.-25.11.1966, Rome,
1, 1-31

FRAHM, K. 1982

Rinderrassen in den Ländern der Europäischen Gemeinschaft
Stuttgart, Enke Verlag

FRANK, A. 1882

Rückblick auf die Bezirkstierschau in Murnau und Tölz im
Jahre 1881
Zeitschrift des Landwirtschaftlichen Vereins in Bayern 1882, 173

FRANKEL, H.O. 1981

Conservation of genes, gene bank and patents
The biological Manipulation of Live, Ed. Messel H.
New York, Frankfurt, Bergamon Press

GOWE, R.S., ROBERTSON, A. and LETTER, B.D.H. 1959

Environment and poultry breeding problems. The design of poultry control strains

Poult. Sci. 38, 426-471

GRAF, F. und BREM, G. 1983

Lebende Tiere, tiefgefrorenes Sperma und tiefgefrorene Embryonen als Genreserven

in: H. GELDERMANN, W. SCHLEGER, und G. STRANZINGER Eds.

Bedeutung und Anlage von Genreserven in Haustierarten

Seminar für Haustiergenetik (Wien) 3, 33-41

GRAML, R., SCHMID, D., BUCHBERGER, J., OHMAYER, G. und PIRCHNER, F. 1986

Verwandtschaft des Murnau-Werdenfelser Rindes zu anderen Rassen

Bay. Landw. Jahrb. 63, 273-281

HARTMANN, W. und PIRCHNER, F. 1977

Bildung von Genreserven in der Tierzüchtung

Arbeitstagung des Ausschusses für genetisch-statistische Methoden in der Tierzucht, 10. - 12.10.1977, Aachen

HASLER, J.F., Mc CANLEY, A.D., SCHERMERHORN, E.C. and FOOTE, R.H. 1983

Superovulatory responses of Holstein cows

Therio. 19, 83-95

HEYMAN, Y. and CHESNE, P. 1984

Freezing bovine embryos: Survival after transfer of one half, one or two blastocysts frozen in straws

Therio. 21, 240

HIBLER, I. J. 1909

Vom Werdenfelser Rind

Deutsche Landwirtschaftliche Tierzucht 13, 25-27

HIBLER, I. J. 1908

Die Geschichte des oberen Loisachtales und der Grafschaft Werdenfels

Garmisch, 1908

HODGES, J. 1984

Conservation of animal genetic resources

Livestock Prod. Sci. 11, 1-2

HOFFMANN, M. 1963

Der derzeitige Stand der Murnau-Werdenfelser Rasse unter besonderer Berücksichtigung der derzeit bedeutendsten Blutlinien

Referendararbeit im Tierzuchtamt Weilheim

IRSCH, W. und PRIEWE, J. 1983

Eine Kuh für's Museum

Natur 1, 20-31

JEWELL, P.A. 1971

The case for the preservation of rare breeds of livestock

Veterinary Record 89, 524-527

KIDD, K.K. und PIRCHNER, F. 1971

Genetic relationship of Austrian cattle breeds

Anim. Blood Grps. and biochemical genetics 2, 145-158

KLING, W. 1976

75 Jahre Weilheimer Zuchtverbände 1901-1976

Weilheim, Weilheimer Zuchtverbände

KRONACHER, C. 1911

Die Entwicklung der bayerischen Rindviehzucht

Hannover, M. & H. Schaper

KRÄUSSLICH, H. 1981

Rinderzucht

Stuttgart, Ulmer

LAMPETER, W.W. 1977

Die unblutige Embryogewinnung, ein entscheidender Schritt zur
Anwendung des Embryotransfers beim Rind

Der Tierzüchter 29, 147-148

LAMPETER, W.W., KRUFF, B., RIEGER, J., WAGNER, H.G. und ERTL, J.
1980

Beschreibung eines Verfahrens zum unblutigen Transfer boviner
Embryonen

Zuchthygiene 15, 173-176

LAND, R. 1981

An alternative philosophy for livestock breeding

Livestock Prod. Sci. 8, 95-99

LAUVERGNE, 1976

Was spricht für die Erhaltung kleiner Rassengruppen in der
europäischen Rinderzucht?

Der Tierzüchter 29, 442-446

LAUVERGNE, 1977

The current status of cattle breeds in Europe

World Animal Review 21, 42-47

LEISEWITZ, 1884

3. Referat über Untersuchungen auf dem Gebiete der Rinderzucht
Bayerns

Zeitschrift des Landwirtschaftlichen Vereins in Bayern 1884, 277

LORZ, F. 1925

Geschichte, derzeitiger Stand und Zukunftsaussichten der Zucht des
Murnau-Werdenfelser Rindes in Oberbayern

Diss. TH München

LYDTIN, A. und WERNER, H. 1899

Das Deutsche Rind

Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 41, 901

MAYRWIESER, 1883 zitiert bei LORZ, F. 1925

Referat über den Stand der Rindviehzucht im Bezirk Weilheim
Weilheim 17. Dez. 1883

MAIJALA, K. 1974

Conservation of animal breeds in general

Proc. of the 1st World Congr. on Genetics Applied to Livestock
Production 2, 37-46

MAIJALA, K. 1982

Preliminary report of the working party on animal genetic
resources in Europe

Proc. 33th Meeting of the EAAP, Leningrad, 16.-19.8.1982, 1-9

MAIJALA, K. 1984

Scandinavian activities on the conservation of animal genetic
resources

Animal Genetics Resources Information 1, 20-26

MAIJALA, K. 1985

Motives, possibilities and methods of maintaining numerical small
cattle breeds

Proc. 36th annual meeting of the EAAP in Athen 2, 1-19

MASON, I.L. 1974

The conservation of animal genetic resources

Proc. of the 1st World Congr. on Genetics Applied to Livestock
Production 2, 13-21

MAY, G. 1856

Vieh- Stämme und Schläge und der Zustand der Rindviehzucht Bayerns
Landshut, Wölfe

MAY, G. 1872

Die Erfolge der Bayerischen Rindviehzucht

Festgabe für die 28. Versammlung Deutscher Land- und Forstwirte
München 1872, 39-45

MAY, G. 1873

Der Murnauer Rinderschlag

Zeitschrift des Landwirtschaftlichen Vereins in Bayern 29-33

MILLER, R.H. 1977

The need for and potential application of germ plasm conservation
in cattle

J. Heredity 68, 365-374

MOSER, H. 1984

Zur Rassenerhaltung sind noch Fragen offen

Der Tierzüchter 36, 285-287

NICHOLAS, F.W. and SMITH, C. 1983

Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting

Anim. Prod. Sci. 36, 341-354

NIEMANN, H., DÖPKE, H.H., SACHER, B. und SCHILLING, E. 1981

Tiefgefrieren von Rinderembryonen in Plastikstraws mit Ausverdünnen des Gefrierschutzmittels durch Succrose

Zuchthygiene 16, 201-205

NIEMANN, H., SCHILLING, E., SACHER, B. und SMIDT, D. 1981

Embryotransfer beim Rind: Aktuelle wissenschaftliche Probleme

Landbauforschung Völkenrode 31, 151-158

O'BRIAN, S.J., WILD, D.E., GOLDMAN, D., MERRIL, C.R., BUSH, M. 1983

The cheetah is depauperate in genetic variation

Science 221, 459-462

O'BRIAN, S.J., ROELKE, M.E., MARKER, L., NEWMAN, A., WINKLER, C.A.,

MELTZER, D., COLLY, L., EVERMANN, F.J., BUSH, M., WILD, D.E. 1985

Genetic Basis for the vulnerability in the cheetah

Science 227, 1428-1434

PIRCHNER, F. 1976

Genealogische Zusammenhänge zwischen mitteleuropäischen Rinder-
rassen

World Review of Animal Production 12, 3

PODUSCHKA, W. 1983

Domestikation und Selektion

IN: GELDERMANN, H., SCHLEGER, W., STRANZIGER, G. Eds.

Bedeutung und Anlage von Genreserven in Haustierarten

Seminar für Haustiergenetik (Wien) 3, 9-12

POLGE, C. 1980

New biological techniques for conservation of animal resources

FAO/Animal Production and Health Paper 24, 289-293

RAMM, E. 1901

Die Arten und Rassen des Rindes 1

Stuttgart, Ulmer

RENARD, J.P. 1984

Methodes of conserving domestic animal genes

Livest. Prod. Sci. 11, 49-59

RENDEL, J.M. 1967

Studies of bloodgroups and protein variants as a mean of revealing
similarities and differences between animal populations

Animal Breeding Abstracts 35, 371-383

RENDEL, J.M. 1984

Decline in the number of breeds, its consequences and remedies

Proc. 15th International Congress of genetics 4, 23-33

ROBERTSON, G. 1960

A theory of limits in artificial selection

Proc. R. Statist. Soc. 153, B, 234-249

ROBERTSON, G. and RENDEL, J.M. 1950

The use of progeny testing with artificial insemination in dairy cattle

J. Genet. 50, 21-31

ROGNONI, G. 1980

Preliminary results of the research project: "Defense of animal genetic resources"

National Res. Council Rep. 55-75

ROGNONI, G. and FINZI, A. 1984

Organizational and psychological aspects of the conservation of animal genetic resources - Italian experiences

Livestock Prod. Sci. 11, 61-64

ROTTMANN, O. und KROMKA, F. 1983

Erhaltung aussterbender Haustierrassen - Notwendig oder überflüssig?

Bay. Landw. Jahrb. 60, 1038-1043

ROWLANDS, I.W. 1964

Rare breeds of domesticated animals being preserved by the zoological Society of London

Nature 202, 131-132

RÜTIMEYER, L. 1861

Die Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz

Basel, Bahnmaier

RYDER, M.L. 1970

Why preserve declining breeds of livestock

Animal Breeding Research 19-26

SCHADEL, K. 1987

Das Murnau-Werdenfelser Rind in der Gegenwart

Züchtungskunde 59, 185-190

SCHLEGER, W. 1983

Genreserven in Haustierarten

In: GELDERMANN, H., SCHLEGER, W., STRANZIGER, G. Eds.

Bedeutung und Anlage von Genreserven in Haustierarten

Seminar für Haustiergenetik (Wien) 3, 4-8

SCHMID, D.O. und ERHARD, L. 1963

Blutgruppenuntersuchungen beim Murnau-Werdenfelser Rind

Züchtungskunde 35, 300-400

SCHÖNMUTH, G. and SEELAND, G. 1982

Zur Entwicklung genetischer Ressourcen

Proc. 33th Annual Meeting of the EAAP, Leningrad, 16.-19.8.1982

9, 8-14

SIMON, D.L. 1980

Brauchen wir genetische Reserven in der Tierproduktion

Der Tierzüchter 32, 314-318

SIMON, D.L. 1984a

Seltene Rassen - Wie kann man sie bewahren?

Der Tierzüchter 36, 283-284

SIMON, D.L. 1984b

Conservation of animal genetic resources - a review

Livestock Prod. Sci. 11, 23-35

SIMON, D.L. und SCHULTE-COERNE, H. 1979

Verlust genetischer Alternativen in der Tierzucht - notwendige

Konsequenzen

Züchtungskunde 51, 332-342

SMITH, C. 1976

Alternative forms of genetic controls

Anim. Prod. Sci. 23, 403-412

SMITH, C. 1977

Use of stored frozen semen and embryos to measure genetic trends
in farm livestock

Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 94, 119-127

SMITH, C. 1984a

Economic benefits of conserving animal genetic resources

Animal Genetic Resources Information 3, 10-14

SMITH, C. 1984b

Genetic aspect of conservation in farm livestock

Livestock Prod. Sci. 11, 37-48

SPANN, J. 1928

Höhenvieh

In: V. STANG und D. WIRTH Eds.

Tierheilkunde und Tierzucht 5

Berlin, Wien, Urban & Schwarzenberg

SPRINGMANN, K. 1985

Einfluß eines PMSG-Antiserums auf die Ovarreaktion und die Kon-
zentration von Eierstockshormonen im Serum superovulierter
Fleischfärsen

Dissertation, Universität Zürich

STUR, I., MÜLLER, S. 1983

Immunogenetische Marker beim Rind und ihre Bedeutung im Rahmen der
Genpoolerhaltung

In: GELDERMANN, H., SCHLEGER, W., STRANZIGER, G. Eds.

Bedeutung und Anlage von Genreserven in Haustierarten

Seminar für Haustiergenetik (Wien) 3, 22-27

SÜSSKIND, P. 1908

Der Murnau-Werdenfelser Viehschlag und seine Zukunft

Süddeutsche landwirtschaftliche Tierzucht 45, 361-363

TURNER, H.N. 1967

Genetic aspects of characteristics to be considered in the
evaluation and utilisation of indigenous livestock
World Review of Animal Production 3, 17-26

VAN ALBADA, M. 1965

Conservation of a gene pool, the situation in the Netherlands
Proc. 2nd European Poultry Conference, Bologna 409-427

VAVILOV, N.I. 1928

Geographische Genzentren unserer Kulturpflanzen
Zeitschrift für internationale Abstammungs- und Vererbungslehre
Suppl. Bd. 1, 342-369

WILCKENS, M. 1876

Die Rinderrassen Mitteleuropas
Wien, Braumüller

WITT, M. und DÖRING, H. 1955

Typuntersuchungen am schwarzbunten Niederungs- und
Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 64, 287-308

ZWIEAUER, D. 1979

Stellungnahme zur Bildung von Genreserven in der Tierzüchtung;
Ausschuß der DGfZ für genetisch-statistische Methoden in der
Tierzucht, Vors. D. FEWSON
Züchtungskunde 51, 329-331

N.N. 1898

Die Landwirtschaft im Regierungsbezirk Oberbayern
Festgabe z. 34. Wanderversammlung bayerischer Landwirte
1898 in Rosenheim

10 Anhang

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Entwicklung des Herdbuchkuhbestandes von Fleckvieh, Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern in den Weilheimer Zuchtverbänden	27
Tab. 2a:	Entwicklung der Milchleistung von Fleckvieh, Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern in Herdbuchbetrieben der Weilheimer Zuchtverbände	28
Tab. 2b:	Milchleistung von Fleckvieh, Braunvieh und Murnau-Werdenfelsern in Herdbuchbetrieben des Landkreises Garmisch-Partenkirchen in den letzten drei Jahren	28
Tab. 3:	Einkreuzungen bei den Murnau-Werdenfelsern	29
Tab. 4:	Die Zusammensetzung der verwendeten Medien	34
Tab. 5:	Schema der Embryobeurteilung	35
Tab. 6:	Langsames Gefrier- und Auftauverfahren von Embryonen unter Verwendung von DMSO als Kryoprotektans	36
Tab. 7:	Schnelles Tiefgefrier und Auftauverfahren unter Verwendung von Glycerol als Kryoprotektans	37
Tab. 8:	Quoten bei der Auswahl der Spender unter gynäkologischen Gesichtspunkten (VGu u. VGg bezeichnen zwei Vergleichsgruppen)	39
Tab. 9:	Zahl der stimulierten Tiere, der Stimulationen, der Spülungen, der erfolgreichen Spülungen, der corpora lutea, der Eizellen und der tiefgefrorenen Embryonen für die einzelnen Tiergruppen	40

Tab. 10: Stimulationshäufigkeit in den verschiedenen Tiergruppen	41
Tab. 11: Stimulationserfolgsraten in den einzelnen Tiergruppen	42
Tab. 12: Zahl der Eizellen (EZ) und der tiefgefrorenen Embryonen (EF) pro Stimulation (ST) und Gefriertauglichkeitsrate in Abhängigkeit von der Stimulationshäufigkeit in den einzelnen Tiergruppen	43
Tab. 13: Erfolgsraten bei der Embryogewinnung in den einzelnen Tiergruppen	44
Tab. 14: Erfolgsraten bei der Gewinnung tiefgefrier- tauglicher Embryonen (EF) in EF pro Stimulation (ST), Spülung (SP), erfolgreiche Spülung (SPe), corpus luteum (CL) und Eizelle (EZ).	45
Tab. 15: Überlebensrate der Embryonen nach Tiefgefrieren und Auftauen	46
Tab. 16: Transfererfolgsraten anhand der Progesteronwerte 14 Tage p.T. und der rektalen Trächtigkeitsunter- suchung 6 - 8 Wochen p.T.	47
Tab. 17: Stierlinien der Murnau-Werdenfelser Rasse	48
Tab. 18: Pedigree der eingelagerten Embryonen	49
Tab. 19: Verteilung der Väter und der Großväter mütterlicherseits (MV) in der Embryobank der Murnau-Werdenfelser	54

Tab.20a: Einflüsse auf die Reaktivierung einer Embryobank	56
Tab.20b: Einflüsse auf die Anlage einer Embryobank	57
Tab. 21: Abhängigkeiten und Variabilität der Einflußgrößen bei Anlage und Reaktivierung einer Genreserve in Form einer Embryobank	59
Tab. 22: Zusammenstellung der Werte der in die Berechnung eingehenden Faktoren	66
Tab. 23: Mindestumfang einer Embryobank zur Erstellung von 25 zuchttauglichen Färsen	67
Tab. 24: Anzahl der nötigen Stimulationen für die Anlage einer Embryobank, aus der 25 zuchtfähige weibliche Tiere erstellt werden können bei variablen Mindestumfang der Embryobank und variabler Spül- und Einfrierrate	68
Tab. 25: Mindestgröße der Kuhpopulation einer bedrohten Rasse bei variabler Anzahl nötiger Stimulationen und bei variablen Leistungskontroll- und Nennraten, wenn jeder Spender nur einmal stimuliert wird	69

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

AMK	= Ausstellungs - Messe - Kongress GmbH Berlin
Ar	= Aufzuchtrate
Br	= Bereitstellungsrate
CL	= Corpus luteum
dF	= Steigerung der Inzuchtrate pro Generation
DGFZ	= Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde
DMSO	= Dimethylsulfoxid
EA	= Embryonen aufgetaut
EA'	= Lagerungsverluste
EAAP	= European Association of Animal Produktion
EF	= Embryonen gefroren
EF'	= Embryonen ungefrierbar
Er	= Eignungsrate
ET	= Embryo-Transfer
EÜ	= Embryonen übertragen
EÜ'	= Embryonen verworfen
EZ	= Eizellen
F	= Inzuchtrate
Fr	= Einfrierrate
F _t	= Steigerung der Inzuchtrate in t Generationen
FAO	= Food and Agriculture Organisation
FKS	= fötales Kälberserum
FIV	= Fleckvieh
FSH	= Follikelstimulierendes Hormon
GE	= Geburten
Gly.	= Glycerin o. Glycerol
Gr	= Geschlechtsrate
HCG	= Human Corionic Gonadotropin
IBR/IPV	= infektiöse bovine Rhinotracheitis / infektiöse pustuläre Vulvovaginitis
KB	= künstliche Besamung
KD	= Kalbinnen deckbar
KD'	= Aufzuchtverluste
KG	= Kühe gesamt
KK	= Kühe kontrolliert
KK'	= Kühe aus Landeszucht
KM	= Kühe gemeldet

KM'	= Kühe nicht gemeldet
Kr	= Kalberate
KS	= Kühe stimuliert
KS'	= Kühe abgelehnt
KSP	= Kühe gespült
KV	= Kühe verfügbar
KV'	= Kühe vorenthalten
KW	= Kälber weiblich
KW'	= Kälber männlich
LN ₂	= flüssiger Stickstoff
Lr	= Leistungskontrollrate
LVG	= Lehr- und Versuchsgut
Mr	= Mehrfachstimulationsrate
MW	= Murnau-Werdenfelser
Nf	= Zahl der weiblichen Tiere
Nm	= Zahl der männlichen Tiere
Nr	= Nennrate
P+	= Progesterontest positiv
PBS	= Phosphorgepufferte Salzlösung
PGF _{2α}	= Prostaglandin F _{2α}
PMSG	= Pregnant Mares Serum Gonadotropin
PS	= Pustertaler Spritzen
p.T.	= nach dem Transfer
Rr	= Reaktionsrate
SB	= Schwarzbuntes Rind
Sr	= Spülrate
SP	= Spülungen
SP'	= keine Reaktion
SPe	= Spülungen erfolgreich
ST	= Stimulationen
Suc.	= Succrose
TH	= Technische Hochschule
TR	= Trächtigkeiten
TR'	= Tiere nicht trächtig
TU+	= Trächtigkeitsuntersuchung positiv
Ür	= Überlebensrate
VGg	= Vergleichsgruppe mit günstigen Bedingungen
VGu	= Vergleichsgruppe mit ungünstigen Bedingungen
Wr	= Wiederfinderate

Danksagung

Herrn Prof. Dr. H. Kräußlich danke ich für die Überlassung des interessanten Themas und für die großzügige Unterstützung meiner Arbeit.

Bei Herrn Dr. K. Springmann möchte ich mich für die freundliche Zusammenarbeit bei der Durchführung der Versuche und für die hilfreichen Ratschläge zur Erstellung der schriftlichen Arbeit bedanken.

Ich bedanke mich bei den Herren Dr. H. Tenhumberg von der Firma IMEX für die Überlassung des Datenmaterials und bei Herrn Dr. Link vom Tierzuchtamt Weilheim für den Einblick in die Protokollsammlungen der Weilheimer Zuchtverbände und für die Übergabe von Abstammungsnachweisen von Murnau-Werdenfelser Rindern.

Allen Mitarbeitern des Lehr- und Versuchsgutes der Universität München sei für die bereitwilligen Hilfeleistungen bei der Durchführung meiner Untersuchungen gedankt.

Mein besonderer Dank gilt auch der Stipendienkommission der Hanns-Seidel-Stiftung für die finanzielle Unterstützung meiner Doktorarbeit.

Lebenslauf

Am 02. 06. 1954 wurde ich, Wolfgang Schütz als zweites Kind des Thomas Schütz und der Lieselotte Schütz, geb. Friedrich in Stadtsteinach geboren.

1960 - 1965 Besuch der Volksschule Wartenfels

1965 - 1967 Besuch des Humanistischen Gymnasiums der Bayerischen Franziskaner in Freystadt

1967 - 1975 Besuch des Franz-Ludwig-Gymnasiums in Bamberg

Mai 1975 Abitur

1975 - 1977 Wehrdienst in Berchtesgaden

Nov. 1979 Beginn des Studiums der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Nov. 1984 1. Staatsexamen der Tiermedizin

Febr. 1985 Approbation als Tierarzt

1985 - 1987 Doktorand als Stipendiat der Hanns-Seidel-Stiftung am Institut für Tierzucht und Tierhygiene der Ludwig-Maximilians-Universität München

seit 1987 Assistenztierarzt in der Praxis des Herrn Ernst Plath in Aalen

